Bind in Anatomy & Physiol. with the authors comp. — L. J. Clarke

# Beiträge

zur

# feineren Anatomie

des

# menschlichen Rückenmarks.

Von

Dr. Friedrich Goll.

---

Separatabdruck aus der «Denkschrift der medizinisch-chirurgischen Gesellschaft des Kantons Zürich.»

---

Zürich

Druck von Zürcher und Furrer.

1860.

Quelque confiance que m'inspirent les travaux de l'anatomiste allemand, les études microscopiques présentent tant de modifications suivant l'instrument qu'on emploie, suivant l'œil qui examine, *qu'il est toujours bon que de nouveaux observateurs vérifient les premières recherches.* Un peu plus ou un peu moins de lumière, la plus légère variation dans la distance du foyer suffisent pour changer l'aspect des objets. Il ne faut donc admettre qu'avec beaucoup de circonspection des résultats fournis seulement par le microscope.

*Magendie*, Phénomènes physiques de la vie. Tom. II.

# Beiträge

zur

# feineren Anatomie des menschlichen Rückenmarks.

Von

**Dr. Friedrich Goll.**

---

Es mag gewagt erscheinen, Neues über einen Gegenstand mittheilen zu wollen, über welchen wir schon eine reiche Literatur besitzen, unter der sich unzweifelhaft viel Tüchtiges vorfindet. Allein gerade über den feinsten Bau dieses Organs herrschen noch manche Zweifel, und das Studium des feineren Baues des Rückenmarks gehört zu den allerschwierigsten Aufgaben der mikroskopischen Anatomie. Die Gründe, welche mich bewogen, Einiges darüber zu veröffentlichen, waren theils die Erzielung besserer Methoden zur Herstellung guter Präparate, theils hatte ich mich schon seit zwei Jahren viel mit der Untersuchung des Kalbsrückenmarks und dem des neugebornen Kindes beschäftigt. Ich hatte schon eine grössere Anzahl von Beobachtungen darüber gesammelt, Zeichnungen entworfen und zum Theil lithographirt, allein meine Berufsgeschäfte und andere Gründe hinderten mich an einem continuirlichen Studium dieses Gegenstandes, so dass an eine Publikation darüber nicht zu denken war. Im October 1859 gab die Hinrichtung eines Mörders Gelegenheit, mir das frische Rückenmark eines 21jährigen gesunden Mannes zu verschaffen. Bis zu dieser Zeit stellte ich über zweitausend Rückenmarkspräparate her, und obschon meine Untersuchungen darüber noch nicht geschlossen sind, erlaube ich mir, das bis jetzt Beobachtete mitzutheilen, hoffend, es könne jeder auch noch so kleine Beitrag über die complicirten Verhältnisse im Baue des Rückenmarks der Wissenschaft von einigem Nutzen sein. Gewiss muss die endliche Aufklärung seines feinsten Baues auch als Grundlage für Untersuchungen des Gehirns, welche noch viel complicirter sind, dienen, da letztere vorher nur bruchstückweise Fortschritte machen können.

Die Bahn zur Erforschung des feineren Rückenmarkbaues wurde namentlich durch den Engländer L. J. Clarke 1850 eröffnet, von Kölliker fortgesetzt und seit dieser Zeit mächtig geför-

dert.*) Unstreitig die bedeutendsten Leistungen rühren von Schröder van der Kolk, Bidder und Kupffer und namentlich B. Stilling in Cassel.

Trotz dieser umfangreichen Literatur stimmen aber bis zur Stunde die Beobachtungen der verschiedenen Forscher noch nicht mit einander überein, weder in der Deutung und Auffassung der einzelnen Elemente, noch in der Darlegung des Aufbaues derselben; Beweis genug, wie grosse Schwierigkeiten der Untersuchung entgegenstehen und wie manches Räthselhafte noch zu entziffern ist.

## Methode der Präparation.

Von dieser hängt unendlich viel ab, denn man konnte bis vor wenigen Jahren nur undurchsichtige Präparate herstellen, welche der feineren Beobachtung nur schwer zugänglich waren und manchen Irrthum begründet haben. Clarke's Methode war daher in der Technik der Gehirn- und Rückenmarksuntersuchung epochemachend, und es ist schwer zu begreifen, warum viele Forscher sich derselben nicht bedienen mochten. Die Färbungsmethode durch Carmin-Imbibition nach J. Gerlach (Erlangen, 1858) war nicht weniger nützlich, da wir dadurch einen grossen Schritt weiter in der Unterscheidungsfähigkeit einzelner Gewebselemente fortrückten. Eine Verschmelzung beider Methoden unter Beobachtung gewisser Cautelen führte mich zu günstigen Resultaten, und meine Präparate zeigen neben grosser Schönheit oft genug scharf unterscheidbare Details.

Nachdem das Mark in einer 1—1,5prozentigen Chromsäurelösung gehörig erhärtet ist (was in 6—8 Wochen hinlänglich geschehen), wird es bis zu weiterer Verwendung in oft zu wechselndem Wasser aufbewahrt. Die Schnitte erhält man am besten vermittelst eines Rasirmessers mit sehr dünner Klinge, unter beständiger Benetzung. Nur eine fortgesetzte Uebung kann die Herstellung sehr dünner Schnitte**) ermöglichen, und diese werden mit destillirtem Wasser übergossen, häufig umgerührt, 24 Stunden stehen gelassen. Aus der gelben Färbung des Wassers ersieht man die Extraction von freier Chromsäure. Alsdann wird das Wasser abgeschüttet und durch eine geringe Menge beliebig verdünnter Carminlösung in Ammoniak ersetzt. Je nach ihrer Stärke sind die Markabschnitte in 2—4 Stunden hinlänglich gefärbt, worauf man die Flüssigkeit abgiesst und jene mit destillirtem Wasser abspült und abtropfen lässt. Man übergiesst sie alsdann mit dem sogenannten Clarke's Liquor (acid. acet. j part., Alcohol vini 3 part.) während 2—4 Stunden, Abgiessen und Abtropfenlassen. Eintauchen in einer grössern Menge von Alcohol absolutus und Stehenlassen während 24 Stunden. Abgiessen und gut abtropfen lassen. Uebergiessen mit Oleum terebinth. rectificat. und schwaches Erwärmen und fleissig umrühren. Nach circa 2 Stunden giesst man das trübschleimige Oel ab und ersetzt es durch frisches, wonach die Schnitte beinahe durchsichtig werden. Aufbewahren in Terpentinöl oder bleibend in Canadabalsam, auf bekannte Weise

---

*) Die Reihenfolge der Literatur über das Rückenmark ist die folgende: 1842 Stilling u. Wallach; 1844 Hannover; 1850 Clarke; 1851 Kölliker; 1852 Gratiolet, Bratsch u. Ronchner. 1852—1857. Bidder in Dorpat und seine Schüler (Schilling, Owsjanikow, Kupffer, Metzler); 1855 Lenhossek, Jacobowitsch; 1855, 1857—1859 Schröder van der Kolk; 1856—1860 B. Stilling; 1857 Bidder und Kupffer.

**) Meine Schnitte haben eine wechselnde Dicke von 0,059—0,021 Mm., wie ich an umgeschlagenen Randpartien vieler Schnitte zu messen Gelegenheit hatte.

zwischen zwei Gläser eingeschlossen. Der Clarke's Liquor macht das Bindegewebe aufquellen und durchsichtiger, bringt Kern und Zellenbildungen besser zur Anschauung. Der Alcohol absolutus entzieht den Präparaten das Wasser, löst einige Markfette und macht sie für die Imbibition mit Terpentinöl tauglich. Das letztere macht alles Trübe, Opake durchsichtig und löst mit der Zeit das Fett der Nervenscheiden, so dass nur die Axenbänder frei in den Primitivscheiden zu liegen scheinen. Je nach den Imbibitionszeiten, durch welche die verschiedenen Flüssigkeiten eingewirkt haben, und je nach dem Temperaturgrade beim Tränken mit Terpentinöl oder Canadabalsam, haben die verschiedenen Bindegewebsbildungen ein eigenes Ansehen; bald sind sie dunkel und scharf conturirt, bald blass und ganz durchsichtig, so dass man schon auf diese Weise ein Mittel in der Hand hat, die einzelnen Elemente mehr oder weniger deutlich zur Anschauung zu bringen.

## Vom Halstheile des menschlichen Rückenmarks.

Aus verschiedenen Gründen fand ich es passend, die Beschreibung der Quer- und Längsschnitte besonders zu geben, um erst am Schlusse der einzelnen Beschreibungen ein Gesammtbild des von mir als wahrscheinlich erachteten Faserverlaufes im Rückenmarke aufzustellen.

Die Querschnitte wurden wo möglich immer senkrecht zur Längsaxe geführt; und über die vielen schiefen Querschnitte, die ich untersucht habe, sei nur bemerkt, dass sie mir mit wenig Ausnahmen keine weiteren Aufschlüsse über den Bau zu geben im Stande waren.

Die Längsschnitte sind nicht leicht anzufertigen und ihre Untersuchung bietet grosse Schwierigkeiten. Gleichwohl sind sie geeignet, ganz wesentliche Aufschlüsse über den Faserverlauf zu liefern, wenn sie nach bestimmten Methoden angefertigt werden. Die Methoden zur Anfertigung bestimmter Längsschnitte müssen geometrisch den jeweiligen Formverhältnissen angepasst werden, und ihr Studium kann nur durch die Construction einer geometrischen Zeichnung von Nutzen sein, welche sich auf der genauen Zeichnung der jeweiligen Querschnitte basirt. Wie Figur 7 zeigt, bediente ich mich zehn verschiedener Methoden, und hier sind die Schnittebenen, welche alle parallel der Längsaxe des Rückenmarks gelegt wurden, durch Linien angedeutet und mit den entsprechenden Zahlen versehen. Z, B. Längsschnitte nach Methode I: Schnittebene parallel der queren Axe des elliptischen Querschnittes oder senkrecht zur geraden senkrechten Mittelebene des Markes. Methode II: Längsschnitt parallel den Bahnen der vordern Nervenwurzeln. Methode III: parallel den Bahnen der hintern Nervenwurzeln u. s. f. Nach diesen Methoden hat man auf den betreffenden Längsschnitten alsdann gewisse Verhältnisse sicher vorliegend, und nach einiger Uebung ist man sogar im Stande, aus dem Anblicke eines beliebigen Längsschnittes zu sehen, nach welcher Methode er geführt sei, und bei noch beträchtlicherer Erfahrung, sogar aus welcher Gegend er ungefähr herstamme. Es konnte mir nicht gelingen, krummlinig geführte senkrechte Schnitte anzufertigen, wie Lenhossek anräth, und selbst im Falle es möglich wäre, scheint mir ihre Beurtheilung jedenfalls eine missliche.

Der Schnitt, durch welchen die Guillotine den Kopf vom Rumpfe trennte, fiel in die Höhe zwischen dem dritten und vierten Halsnerven, so dass die Enden gegen beide Nervenwurzeln hin der Chromsäurewirkung mehr exponirt wurden als mir wünschbar schien, und daher die Präparate dieser Gegenden leider ziemlich dunkel ausfielen.

## Betrachtung der Querschnitte.

Allgemeines. Ich setze die gröbere Anatomie des Rückenmarkes als bekannt voraus und denke mir die sonst knapp anliegende Pia mater entfernt. Diese sendet bekanntlich eine Einstülpung oder vorn und hinten geschlossene Duplicatur der ganzen Länge des Rückenmarks entlang in die Fissura anterior, die vordere Längsspalte hinein, und von ihr gehen gröbere Gefässe von 0,03—0,08 Mm. Dicke, noch dickere von 0,11—0,19 Mm. in das Innere des Markes.*) Aehnliche Verhältnisse finden sich an anderen Stellen der Peripherie, so im sogenannten Sulcus lateralis anterior und lateral. posterior und an andern Stellen. Betrachtet man einen Rückenmarksquerschnitt mit blossem Auge oder bei sehr schwacher Vergrösserung, so kann man die beiden Hauptbestandtheile des Rückenmarks: die sogenannte weisse und graue Substanz, augenblicklich unterscheiden, indem die letztere dunkel von der andern fast ganz durchsichtigen absticht und in der Mitte eine Figur bildet, welche man am besten mit einem lateinischen H vergleicht und als symmetrisch zweiseitig erkennt. Die am häufigsten querovalen (seltener kreisförmigen) Querschnitte sind nämlich durch eine gerade Mittellinie von vorn nach hinten in zwei gleichmässige Seitentheile getrennt, welche, mit Ausnahme des engern Centrums (den sogenannten Commissuren), genau angedeutet ist; vorn durch die genannte Fissura longitudinalis anterior und in der hintern (meist grössern) Hälfte durch die irrthümlich so genannte Fissura longitud. posterior. So viele Präparate ich untersuchte, hatte ich nie Gelegenheit, dort eine natürliche Trennung zu sehen; ja es reissen die beiden hintern Seitenhälften nicht einmal leicht auseinander. Hingegen existirt ein eigentliches geradliniges Septum posterius aus dichtem Bindegewebe, das beide hintern Seitenhälften innig zusammenkittet. In der Fortsetzung dieser Mittellinie, also zwischen Fissura anterior und Septum posterius, befinden sich die beiden Commissuren, deren vordere die weisse genannt wird, und deren hintere graue den Centralkanal enthält, der als Mittelpunkt des ganzen Querschnittes (oder Axe des ganzen Rückenmarks) betrachtet werden muss. Seitlich der Mittellinie nach vorn und hinten befinden sich die sogenannten grauen Hörner, welche, continuirlich mit den Commissuren zusammenhängend, das erwähnte H bilden. Meist sind überall die vordern Hörner kürzer, kolbiger und breiter und lassen zwischen der vordern Peripherie des Querschnittes eine dickere Schichte weisse Substanz; die hinteren Hörner sind schmäler, langgestreckt und laufen zugespitzt bis an die hintere Peripherie des Querschnittes. Durch diese einfachen Kennzeichen ist man fast immer im Stande, sich sogleich zu orientiren. Die Vorderhörner sind auf dem Querschnitt der Ausdruck der vordern grauen oder motorischen Colonnen, stehen entweder parallel oder ihre Spitzen nähern sich, während die hintern Hörner als Ausdruck der hintern grauen oder sensiblen Colonnen seitlich auseinander weichen. Bei der Ausmündung der letztern an der hintern Rückenmarksperipherie ist der überall deutlich ausgeprägte Sulcus lateralis posterior, der die weissen Seitenstränge von den weissen Hintersträngen trennt, während der sogenannte Sulcus lateralis anterior, theils gar nicht existirt (am Halstheile), theils nur sehr schwach ausgeprägt ist. Die Form der grauen Hörner selbst wechselt in den verschiedenen Höhenabschnitten des Rückenmarks mannig-

*) Man vergleiche mit diesen Angaben die Figuren 1, 2, 3, 4 und 5, welche verschiedene Rückenmarksquerschnitte bei zehnfacher Vergrösserung darstellen.

faltig, wie schon die Figuren 1—5 zeigen. Bekanntlich zeigen die grauen Hörner nur an wenig Stellen scharfe Conturen, da ihre Peripherie meist zackig ist und häufig radiale Ausläufer in die weisse Substanz schicken. Die Mitte der vordern Commissur, die Seitentheile der Commissura posterior und die obere Hälfte der innern Begrenzung, nebst einigen andern Stellen der hintern Hörner zeigen scheinbar ganz scharfe Conturen. Die Radien haben eine bestimmte Richtung je nach ihrer Lage, und ähnliche Radien scheinen in dieser Richtung von der Peripherie des Rückenmarkquerschnittes gegen die grauen Hörner hinzulaufen, da sie ihre breitere Basis nach aussen haben. Oft spitzen sie sich so früh zu, dass sie die graue Substanz nicht mehr erreichen. Die vorderen oder motorischen Wurzeln stellen nur stärkere vordere Radien dar, während die hintern oder sensiblen Wurzeln einen eigenthümlichen Verlauf zeigen. Das am meisten nach Aussen gelegene Bündel der vordern Wurzeln bildet die künstliche Grenze zwischen den weissen Vorder- und Seitensträngen.

Das Imbibitionsvermögen für Carminlösung zeigt sich für die verschiedenen Gewebe im Rückenmark ziemlich verschieden. Betrachtet man einen Querschnitt, nach oben angedeuteter Methode präparirt, bei schwacher Vergrösserung (15—25fach, um wo möglich den ganzen Querschnitt auf einmal übersehen zu können), so fallen einem sogleich die verschiedenen Tinten von Carminroth ins Auge, und diese Verschiedenheit gibt ein gutes Mittel ab, verschiedene Gewebselemente von einander unterscheiden zu können, das sich auch noch bei starken Vergrösserungen bewährt. Gleichwohl wird die Natur der einzelnen Gewebe durch Carminimbibition nicht im geringsten geändert, da man kein Detail an den Elementen vermisst. — Die graue Substanz ist dunkelroth, die weisse zeigt einen kaum bemerkbaren röthlichen Ton, während hier die Radien und Bindegewebsbildungen (Pia mater und Fortsätze, Rindenschicht, Gefässhüllen etc.) wieder viel dunkler sind. Betrachtet man nun die grauen Hörner näher (bei 30—80facher Vergrösserung), so sieht man in ihrem Innern mehrere Haufen rother Punkte, dazwischen gekrümmte weisse Streifen und ausserdem noch verschiedene ungleich gefärbte Partieen. Um ein Urtheil über die Färbungsgrade der verschiedenen Elemente zu ermöglichen, rubrizirte ich meine Beobachtungen zu folgender Scala, in welcher die Intensität der rothen Färbung von oben nach unten abnimmt:

1) Epithel des Centralkanals;
2) Axencylinder;
3) Ganglienzellen;
4) Muskelhaut der Gefässe;
5) dichtes Bindegewebe und Neuroglia;
6) Pia mater;
7) lockeres Bindegewebe;
8) Nervenscheiden,

als die wichtigsten Gewebe, aus denen das Rückenmark aufgebaut ist. Es scheinen gewisse chemische Eigenthümlichkeiten zu sein, welche eine mehr oder weniger intensive Färbung bedingen. Das Kanalepithel zeigt die grösste resorbirende Kraft; dann stehen die höheren Proteinverbindungen der Ganglienzellen und Axencylinder oben an, so dass vielleicht das Imbibitionsvermögen für Carminlösung parallel gewissen chemischen Verbindungen zu- oder abnimmt, worüber uns die organische

Chemie noch Aufklärungen zu geben hat. Immerhin genügt einstweilen die Thatsache der Verschiedenheit in der Färbung, welche in dicken und dünnen Schnitten, in stark oder schwach gefärbten Präparaten gleich deutlich zu Tage tritt. Einzig erscheint bei langdauernder Imbibition das Ganze dann so dunkelroth, dass dadurch die Helligkeit für durchtretendes Licht entschieden vermindert ist.

Die weissen Stränge. Die weisse Rückenmarkssubstanz, welche die grauen Centren in ziemlich dicker Schichte mantelartig umgibt, macht nach Stillings planimetrischen Bestimmungen ungefähr zwei Drittel des ganzen Flächeninhaltes auf dem Querschnitte aus, während der grauen Substanz mit ihren Ausläufern das andere Drittel zukömmt. Die weissen Stränge bestehen bekanntlich zum grössten Theile aus longitudinalen, unter sich parallelen Nervenfasern, welche zum Theil die Communication einzelner Rückenmarkspartieen mit dem Gehirne vermitteln, überhaupt Leiter des Willens und der Empfindungen sind. Ein kleiner Theil der weissen Substanz (nach Stilling $^1/_6$—$^1/_5$) enthält horizontal oder schief verlaufende Nervenfasern und ausserdem jene grauen Strahlen, die sich von der Peripherie und den grauen Hörnern her begegnen, als Ausdruck longitudinaler Scheidewände durch das ganze Rüchenmark. Bei schwächeren Vergrösserungen erscheint die weisse Substanz auf dem Querschnitte schwach röthlich, fein granulirt, daneben hell durchscheinend von einem feinen Netzwerk intensivrother Strahlen und Balken durchsetzt, ganz in der Art der Blattrippen bei Pflanzen, indem dickere Aeste feine Aestchen und Zweige meist dichotomisch aussenden, sich wieder theilen und mit benachbarten eben so feinen zusammenhängen. (Siehe die Figuren 1—5; dann das Detail in Figur 11.) Gröbere Balkenstrahlen von der Dicke von 0,02 Mm. liegen sich in ähnlich grossen Abständen von 0,2—0,35 Mm. fast parallel, so dass beispielsweise ein Seitenstrang in 12 bis 15 radiale Felder getheilt erscheint. Feinere Strahlen von 0,004—0,007 Mm. Breite schliessen kleinere, meist längliche trapezoide oder rhombische Felder ein, von denen die grossen 0,09 □ Mm., die kleinsten 0,02 □ Mm. Flächeninhalt besitzen. In diesen Feldern endlich liegen (sichtbar bei Vergrösserungen von 200—400) die querdurchschnittenen Nervenfasern der weissen Substanz, welche dem mikroskopischen Bilde ein sehr zierliches Ansehen verleihen und einzeln dem astronomischen Kalenderbilde der Sonne ⊙ ähnlich sehen. Zart röthliche Ringe mit in der Mitte liegenden intensiv rothen Punkten sind der optische Ausdruck für den Querschnitt markhaltiger Nervenfasern, welche in den folgenden Untersuchungen eine so bedeutende Rolle spielen. Denn einzig diese Bilder garantiren für den Nachweis ächter markhaltiger Nervenfasern, sowie sie einzig genaue Messuugen und Zählungen ermöglichen. Die verschiedenen Methoden der Schnittrichtung müssen wo möglich dahin zielen, an Stellen, wo die Existenz von Nervenfasern zweifelhaft ist, Querschnitte einzelner Fasern in genannter Weise sichtbar zu machen. Schon diese Methode gibt ein Mittel an die Hand, manche Zweifel zu lösen und den Weg zur Entwirrung verschlungener Bahnen zu lichten. In Fig. 11 ist d d d die Nervenscheide als zartröthlicher Ring, in der Mitte e e e der dunkelrothe Axencylinder im Durchschnitt meist oval, seltener schön kreisrund. Letzterer ist im natürlichen Zustande von einer dicken Röhre von Nervenmark umgossen, und erst ausserhalb der letzteren ist die mehr bindegewebsartige Primitivscheide. Aber wie angegeben, ist in unsern Präparaten das Nervenmark chemisch durch die Maceration in Chromsäure, Alcohol und Terpentinöl extrahirt, so dass das

Axenband frei in der hohlen Primitivröhre sitzt. Die feinsten Balkenstrahlen sind identisch mit der Zwischensubstanz der Nervenscheiden und sie zusammen bilden ein continuirliches Ganze von gleichmässig fein fibrillärem Gefüge, als Gerüste, in welches die Nervenelemente eingebettet sind und welche Virchow Neuroglia genannt hat. Diese Masse bildet in den weissen Strängen theils durch die ganze Länge des Rückenmarks gehende Scheidewände, theils Scheiden und Röhren für die Längsbündel der Nerven und endlich für jede einzelne Nervenfaser. In diesen feinsten Röhren, die mit den benachbarten untrennbar verkittet sind, ist dann die markhaltige Nervenscheide mit dem Axenband. Durch den Anblick eines solchen Bildes wird Niemand mehr die Existenz eines Axencylinders in allen Nervenfasern bezweifeln dürfen, da derselbe durch keine andere Präparationsmethode so greifbar deutlich wird.

Es kommt an den dünnsten Rändern feiner Querschnitte oft vor, dass der kurze Axencylinder (der darin oft nur 0,02—0,04 Millimetre lang ist) herausgefallen ist, alsdann bleiben regelmässig polygonale oder runde Wabengerüste von Neuroglia zurück (Fig. 11 d d d), welche das Verhalten und die Structur dieses Gewebes deutlich erkennen lassen,

Von den erwähnten trapezoïden oder rhombischen Feldern kann man grössere und kleinere deutlich unterscheiden; die kleinsten enthalten circa 12—15, die grössten 30—40 Nervenfasern.

Die gröbern und feinern Balkenstrahlen sind, wie später näher gezeigt werden soll, die Träger von quer und schief verlaufenden Nervenfasern und Blutgefässen, die theils vom Centrum nach der Peripherie, theils umgekehrt verlaufen und sich verästeln. Die ganze Peripherie und die Begrenzungen der fissura anterior sind mit einer Rindenschichte fein fibrillären oder homogenen Bindegewebes bekleidet, welche eine Stärke von 0,02—0,03 Mm. hat; oft bis zu 0,05 Mm. Tiefe Einstülpungen macht, namentlich wo es mit gröbern Balkenstrahlen zusammenhängt. Diese Rindenschichte bildet den Uebergang zwischen geformtem Bindegewebe zu der Neuroglia und hängt an der äussern Fläche lose durch lockere Bindegewebsbündel mit der Pia mater zusammen.

Was nun die einzelnen weissen Stränge betrifft, so sind die Seitenstränge beinahe einzig von Balkenstrahlen durchsetzt, die hier auch am zahlreichsten sind, namentlich wo sie an den einspringenden Winkel (siehe Fig. 7) zwischen Vorder- und Hinterhorn stossen. Die Nervenfasern sind hier oft wechselnd dick*), so dass die dicksten bis 0,016 Mm., die dünnsten nur 0,0063 Mm. betragen, während sie im Mittel 0,010 Mm. stark sind. Ihre Axencylinder haben auf dem Querschnitte einen Durchmesser von 0,002—0,006 Mm. Eigenthümlich ist die Anordnung der Fasern von verschiedener Dicke (siehe Fig. 11); oft stehen 2—5 dicke nahe beisammen oder berühren sich, während an andern Stellen inmitten 20—30 feiner Fasern nur 2—4 einzelne grosse stehen. Ein näheres Eingehen in diese Verhältnisse wird erst Aufschluss darüber bringen müssen· was für eine Bewandtniss es damit habe.

Die Vorderstränge sind nur künstlich von den Seitensträngen abzugrenzen, indem man

---

*) Meine Messungen wurden mit einem Glasmikrometer im Oculare ausgeführt, welches (nebst dem Controle-Glasmikrometer) von Nachet in Paris herrührt. Die einzelnen Theilstriche entsprechen mit dem Objectiv

Nr. I = 0,01170 Mm.
» III = 0,00424 »
» V = 0,00343 »

wobei man noch leicht 1/10 Theilstriche abschätzen kann.

das äusserste Bündel eintretender, vorderer Nervenwurzeln als Grenze für den selten existirenden Sulcus lateralis anterior annimmt. Die äussere Partie wird also von den motorischen Nervenwurzeln durchsetzt, welche in 3—6, ja 8 Bündeln geschweift nach aussen und vorn verlaufen und eine mittlere Dicke von 0,030 Mm. haben, in der Halsanschwellung oft 0,05 Mm. und mehr erreichen, während sie oberhalb und unterhalb der Halsanschwellung sich bis auf 0,016 verschmälern. Selten findet man sie auf einem Querschnitte in ihrer ganzen Länge vom Vorderhorn nach der Peripherie des äussern Vorderstrangs laufen (d. d. d. Fig. 7), sondern meist fallen auf einen Querschnitt wegen ihres doppelt geschweiften Verlaufes nur äussere oder innere Hälften und noch seltener werden ihre Nervenfasern in der Längsrichtung getroffen, da sie unter einem gewissen Winkel zur Horizontalebene aufwärts steigen, was Alles auf den Längsschnitten später klarer wird. Anstatt langer, paralleler Fasern sieht man kurze, wie spiralig zusammengedrehte Axencylinder (a' a' Fig. 8) schief in den Nervenbahnen liegend, aber nirgends bemerkt man irgend einen Zusammenhang mit den Fasern der weissen Längsstränge. Häufig begleiten diese Bahnen gröbere Gefässe (c' c' c' Fig. 8) von 0.02—0,05 Mm. Stärke, welche theils von der Peripherie nach dem Vorderhorn strahlen, oder was seltener der Fall ist, aus dem Vorderhorn in die Peripherie ausstrahlen.

Wichtig ist die innerste und hinterste Partie der Vorderstränge, welche zwischen den Vorderhörnern und der vordern Längsspalte gelegen ist und im Hintergrunde (e Fig. 7, d Fig. 8) von mannigfachen schiefen und queren Balkenstrahlen durchsetzt ist, welche die vordere Commissur mit dem Vorderhorne verbinden. Es strahlen nämlich die Fasern der vordern oder weissen Commissur nicht allein in's Vorderhorn seitlich aus, sondern auch ein Theil bogenförmig durch die Balkenstrahlen in den innern Theil der Vorderstränge, jedoch nur im hintersten Winkel (e Fig. 7, d Fig. 8) auf eine Weise, die erst bei Betrachtung der Längsschnitte erörtert werden soll.

Die einzelnen Nervenfasern der Vorderstränge zeigen fast noch grössere Verschiedenheiten in ihren Dimensionen, als die der Seitenstränge; auch sind sie im Allgemeinen dicker. Im Mittel zeigen sie einen Durchmesser von 0,014 Mm., im Minimum 0,008, im Maximum 0,025. Die Axenbänder haben eine Stärke von 0,003—0,007 Mm. Die Fasern der vordern Nervenwurzeln haben, wie sich aus Messungen von Längsschnitten nach Methode IVa ergibt, eine Stärke von 0,010 bis 0,020 Mm. mit Axencylinder von 0,0042 Mm.

Die Hinterstränge sind schmal, keilförmig und grenzen innen an das Septum longitudin. poster.; nach Aussen an das Hinterhorn. Am ganzen Halstheile sieht man in ihnen von blossem Auge zwei dunkle, keilförmige Mittelstreifen, mit der Basis sich an die hintere Peripherie lehnend und mit der Spitze etwa ½ Mm. von der hintern Commissur entfernt (siehe Figur 1—5, Fig. 7 g g). Ferner zeigt die Partie, welche sich zunächst an die Spitze des Hinterhorns anlehnt, helle stärker lichtbrechende Stellen, die sich schon bei schwächern Vergrösserungen als die hintern Nervenwurzeln erkennen lassen (Fig. 7, 15, 16, 20, 21 und 22). Diese treten also an der innern Seite der Hinterhornspitze in das Rückenmark hinein, um sich theils (21 und 22) in den innern Bauch des Hinterhorns einzupflanzen, theils (16) sich dichotomisch theilend, als unregelmässige Faserungen (20) im Hinterstrange zu verlieren. Während der apex cornu posterior hier eine Breite von 0,3—0,5 Mm. hat, zeigen die von ihm durch eine 0,09 Mm. breite Längsschichte getrennten, hintern Nervenwurzeln eine Breite von 0,53—0,62 Mm., kreuzen sich häufig gleich anfangs mit tiefern und

höhern Bündeln unter spitzen Winkeln. Die eine innere Hälfte (16, 16 der Figuren 7 und 9) schlängelt sich gleich einwärts und verästelt sich, unter grössern Winkeln divergirend, in die Faserungen des Hinterstranges (16, 17, 18, 19, 20 der genannten Figuren); daher sieht man an der innern, hintern Partie des Hinterstranges bei stärkern Vergrösserungen alle Arten von Längs-. Schief- und Querschnitten von Nervenfasern, so dass man hier all' ihre Formen beobachten und messen kann. Da hier die Ausstrahlungen sehr gekrümmt in den verschiedensten Richtungen geschehen, sind selbst die Längs- und Schiefschnitte nur kurz und sind, wie später auf Längsschnitten gezeigt werden soll, der optische Ausdruck für auf- und absteigende Nervenwurzeln, die sich mit den Längsbündeln der Hinterstränge verfilzen. Die andere, innere Hälfte der hintern Wurzeln (15 der Figuren 7 und 9) gelangt, wie später gezeigt werden soll, unverästelt in den Kopf des Hinterhorns. Die quer durchschnittenen Nervenfasern dieser Gegend messen im Durchmesser 0,013 Mm., im Mittel 0,020—0,022 im Maximum und 0,0072—0,011 im Minimum mit Axenbändern von 0,003—0,006 Mm.

Die äussere und vordere Partie (h h Fig. 7) der Hinterstränge zeigt auf dem Querschnitte sonst nichts Eigenthümliches, die querdurchschnittenen Fasern messen hier durchschnittlich 0,012 bis 0,016 Mm. Stärke mit Axencylindern von 0,0029—0,0038 Mm. Anders gestalten sich die Verhältnisse in den oben erwähnten dunkeln Keilen (g g Fig. 7). Während in den Umgebungen (h h Fig. 7) die Querschnitte die Fasern senkrecht getroffen haben, sind hier bei Tausenden von Fasern etwas schief getroffen, so dass man Axencylinder in einer Längenausdehnung von 0,006—0,009 Mm. überblickt, welche die Richtung (g' gg'' Fig. 7) schief von innen nach aussen haben. Sie bilden in dieser Weise entweder ein spitzes Dreieck oder ein spitzes Oval, das sich gegen g'' zurück allmälig verliert und so vielleicht das vordere Drittel der dunklen Keile ausmacht. Das mittlere Drittel ist intensiv geröthet und enthält mehr Neuroglia, als irgend eine weisse Substanz sonst, theils in gröbern Ramifikationen derselben, theils zwischen den einzelnen Fasern selbst. Diese Fasern hier sind die feinsten, welche ich überhaupt in der weissen Substanz antraf, indem sie nur eine Dicke von 0,007 Mm. bis höchstens 0,012 Mm., nach vielen Messungen 0,009 Mm. im Mittel haben. Nahe der hintern Peripherie werden die Fasern allmälig stärker, so dass sie 0,015 Mm. im Mittel betragen. Ausserdem befinden sich an den äussern Rändern der dunklen Keile stärkere Bindegewebe, Gefäss und selbst Nervenfaserzüge, in der genannten schiefen Richtung gegen das vordere Drittel des Septum posterius hin convergirend. Wir können erst an passenden Längsschnitten erfahren, auf welcher Fasernordnung dieses eigenthümliche Verhalten beruhe.

Schliesslich gebe ich eine Uebersicht über die Grössenverhältnisse der Nervenfasern in der weissen Substanz der verschiedenen Stränge, das Resultat vielfältiger Messungen in Millimètres:

| | Mittel. | Minimum. | Maxim. | Differenz. | Axencylinder. |
|---|---|---|---|---|---|
| Vorderstränge . . . . . . . . . . . . . . | 0,014 | 0,008 | 0.025 | 0,017 | 0,0031 bis 0,0074 |
| Seitenstränge . . . . . . . . . . . . . . . | 0,010 | 0,006 | 0,016 | 0,010 | 0,0029 « 0,0040 |
| Hinterstränge: a) im hintern und äussern Winkel . | 0,014 | 0,012 | 0,016 | 0,006 | 0,0029 « 0,0038 |
| « b) im äussern und vordern Winkel | 0,013 | 0,011 | 0,022 | 0,011 | 0,0030 « 0,0058 |
| « c) in den dunkeln Keilen . . . . | 0,009 | 0,007 | 0,012 | 0,005 | 0,0025 « 0,0033 |

| | | Mittel. | Minimum. | Maxim. | Differenz. | Axencylinder. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vordere Nervenwurzeln | nahe dem Austritt . . . | 0,018 | 0,010 | 0,020 | 0,007 | 0,0029 « 0,0048 |
| « « | nächst dem Vorderhorn . . | 0,016 | 0,015 | 0,017 | 0,002 | 0,0030 « 0,0039 |
| Hintere « | nahe dem Austritt . . . . | 0,016 | 0,011 | 0,021 | 0,010 | 0,0030 « 0,0042 |
| « « | nächst der Substantia gelatin. | 0,013 | 0,010 | 0,014 | 0,004 | 0,0039 « 0,0050 |

Die dicksten Fasern finden sich in den vordern Nervenwurzeln nahe ihrem Austritte und dann in der Nähe des Vorderhorns; in den Strängen: im Vorderstrang und im hintern, äussern Winkel des Hinterstranges; die feinsten Fasern in den dunkeln Keilen des Hinterhorns und den Seitensträngen; die grösste Verschiedenheit in den Dimensionen einzelner in den Vordersträngen und äussern, vordern Winkeln der Hinterstränge. Die Axenbänder betreffend, fand ich die stärksten in den Vordersträngen und den hintern Nervenwurzeln nahe der Substantia gelatinosa, die dünnsten in den dunkeln Keilen der Hinterstränge.

Die graue Substanz

besteht aus den Vorderhörnern, den Hinterhörnern und der Comissur, welche continuirlich unter sich zusammenhängen und, wie angedeutet, mehr oder weniger Balkenstrahlen in die weisse Substanz aussenden, von denen die stärksten, nach vorn gelegenen, die motorischen Nervenwurzeln enthalten. Da von den Commissuren die vordere entschieden der weissen Substanz angehört, schliesst sich ihre Betrachtung auch direkt an dieselbe an.

Die Centralpartie bildet die Verbindung zwischen beiden Rückenmarkshälften und der weissen mit der grauen Substanz; sie enthält in ihrer Mitte den Centralkanal. Nach vorn ist sie begrenzt von der tiefsten Ausbuchtung (siehe die Figuren 6, 13 u. A. m.) der Fissura longitudinal. anterior und den Vordersträngen, nach hinten vom Septum longitud. posterius und den Hintersträngen, und geht seitlich ohne Grenzen in Vorder- und Hinterhorn über.

Beim ersten Anblick fällt die dunklere (im frischen Zustand grauröthliche) Färbung der hintern Hälfte nebst dem Kanale auf, während die vordere gleichmässig weiss oder farblos erscheint. Diese ist die vordere und jenes die hintere Commissur; zwischen beiden liegt der Centralkanal.

Die vordere Commissur, auch die weisse genannt (b b b b der Figuren 6 und 13), hat je nach der Höhe am Rückenmarke eine verschiedene Breite, im Allgemeinen vom dritten Halsnerven abwärts zum achten von 0,23 bis 0,29 Mm.; in der Halsanschwellung 0,35 Mm.; in der Höhe des ersten Halsnerven bis 0,58 Mm. Mit Ausnahme der obersten Halspartie liegen die Nervenfasern, welche mit verhältnissmässig wenig Bindegewebe (Neuroglia) durchsetzt sind, einander nahezu parallel, und man hat oft Mühe (mit verschiedener Einstellung der Focaldistanz am Mikroskope), schwache Kreuzungen unter sehr spitzen Winkeln (5—8 °) darin anzutreffen, obschon man in vielen Werken constant starke Kreuzungen abgebildet findet.

Oftmals findet man den reinsten Parallelismus der Fasern, so in der Höhe des vierten und dritten Halsnerven, bei ganz gestrecktem Verlaufe. Dazwischen findet man nicht selten gröbere oder feinere Blutgefässe und hie und da vereinzelte querdurchschnittene Nervenfasern von 0,010 bis 0,024 Mm. Stärke, welche theils isolirt, theils in kleinen länglich-queren Gruppen zu 8—15 stehen. Anders gestaltet sich das Bild der vorderen Commissur in der Höhe des zweiten und ersten Halsnerven, wo man entschiedene Kreuzungen selbst unter Winkeln von 90 ° leicht

beobachten kann (s. Fig. 5 u. 14). Hier ist nämlich einmal die vordere Commissur sehr breit, ferner ragen die Vorderstränge tiefer in das Innere hinein, und endlich ist zu beiden Seiten der vordern Längsspalte ein Keil (l l l, Figur 14) von beinahe nur horizontal nach vorne verlaufenden Fasern eingeschaltet. Dies sind die Eigenthümlichkeiten der obern Halsgegend, welche die Gewebsanordnung der vordern Commissur zu compliciren scheinen, in der That aber nur deutlicher zur Anschauung bringen. Die weissen Keile l l l mit den Spitzen nach vorn, lehnen sich direkt an die Hinter- und Seitentheile der vordern Längsspalte und bilden, wie wir später bei Betrachtung der Längsschnitte sehen werden, den eigentlichen Uebergang der weissen Vorderstränge in das Vorderhorn durch die Commissur von einer Seitenhälfte zur andern. In diesen Commissurenkeilen l l l findet man daher auf Querschnitten nicht allein blosse Längsfasern, sondern auch schief angeschnittene Partien (l′ l′) zum Beweis der Umbiegung in die vertikale Richtung. Die sich hier kreuzenden Bündel kommen in circa 3—4 Strängen aus dem Vorderhorn, indem der Lauf der Gesammtmasse durch eben so viele vertikale Längsbündel (h h′ h″ h‴), welche den weissen Vordersträngen angehören, unterbrochen wird und sich dadurch die Kreuzungen der Fasern noch vervielfältigen. Die Hauptmasse der sich in der vordern Commissur kreuzenden Fasern (n n n n) kommt aus den Vorderhörnern und namentlich der innersten Partie derselben, und geht wie angegeben durch die weissen Keile in die Vorderstränge, während ein kleinerer Theil der Fasern von letztern (q q) seitlich vom Centralkanal nach hinten sich verliert, und ein noch kleinerer Theil (r r) mehr seitlich nach der mittleren Partie der Hörner zieht. — Einfacher gestaltet sich das Verhalten in der vorderen Commissur der übrigen Rückenmarksgegenden am Halstheile. Die Fasern laufen fast parallel von einer Seite zur andern (Fig. 6, Fig. 13) und gehen an den Seitenwinkeln der vordern Längsspalte (l l l) schief ausstrahlend in den innern Theil der Vorderstränge, auf welchem Laufe sie nicht selten von einem stärkeren Blutgefässe (Figur 2, u. a. O.) begleitet werden. Dann erblickt man die Faserbündel (n n , o o , d d), die nach den Hörnern streichen.

Die vordere Begrenzungsfläche der Commissura anterior ist die freie Wand, welche den Grund der vordern Längsspalte ausmacht und welche mit der tiefen Einstülpung der Pia mater lose verwachsen ist und hier oft stärkere Gefässe von dieser empfängt. Diese Fläche hat eine Bekleidung, welche einem Cylinderepithelium nicht unähnlich sieht; in der Mitte die grösste (0,03 Millimeter) Stärke hat und seitlich immer dünner sich ausspitzt (i i Fig. 6 und Fig. 13). Man sieht nämlich polygonale Zellen mit nach vornen convex prominirenden Abhebungen der Membranen von 0,017 bis 0,031 Mm. Durchmesser mit krümeligem Inhalte und 1 – 3 Kernen. Diese Zellenschichte existirt nur als Andeutung, in den Höhen des Halsrückenmarkes, auf denen keine hintere seitliche Ausbuchtung der vordern Längsspalte sich vorfindet; so z. B. in der Gegend des zweiten und ersten Halsnerven.

Die Fasern der vorderen Commissur erscheinen, auf Längsschnitten nach Methode X angefertigt (Fig. 15 b b), als grosse zierliche Querschnitte in der bekannten Form zu 25—30 Stück in rhombischen oder trapezoïden Feldern, welche schief zur Längsrichtung angeordnet sind, und haben eine sehr wechselnde Stärke, nämlich 0,013 Mm. im Mittel, 0,007 Mm. im Minimum und 0,020 im Maximum.

Fast auf jedem Querschnitte und beinahe constant durch das ganze Rückenmark findet man

seitlich in der vordern Commissur Schlitzöffnungen für Venen und Arterien von 0,04—0,28 Mm. und noch grösser, so dass man sie an den Durchschnitten meist schon von blossem Auge leicht erkennt. Sie sind längs-oval oder keulenförmig, mit dem breiteren Ende nach aussen gerichtet (1. Fig. 7; m m Fig. 6, Fig. 8), und liegen theils mehr in der vorderen oder hintern Commissur, theils trennen sie beide von einander und machen immerhin die Commissurenfasern seitlich ausweichen. Nicht selten sind die queren oder etwas schiefen Schnitte der Arterien und Venen ganz oder zum Theil herausgefallen; sonst kommen auch seitlich abgehende Gefässe als Längsschnitte zur Ansicht, und Venen lassen sich von Arterien leicht durch ihre stärkere Muskelschichte in den Wandungen unterscheiden.

Der centrale Ependymfaden (nach Virchow und Kölliker, g g der Figur 6, 13 und 14), welcher den Centralkanal in sich schliesst, ist eigentlich schon in die hintere oder graue Commissur eingebettet, indem vor ihm meist noch eine Schichte graue Substanz (in unseren Präparaten rothgefärbt) verläuft, die ihn dann von der vorderen Commissur trennt. Der centrale Ependymfaden bildet auf dem Querschnitte eine längs-elliptische Figur, mit der grossen Axe quer gelagert, 0,35 bis 0,53 Mm. lang und 0,14—0,23 Mm. breit von stark dunkelrothem granulirtem Ansehen. Er umschliesst den Centralkanal so, dass, mag letzterer gerade oder quer stehen, er doch immer die grösste Stärke in seitlicher Ausdehnung hat und sich ziemlich scharf von der ihn umgebenden grauen Substanz abschliesst. Bei genauer Untersuchung zeigt sich die Grundsubstanz aus dichter fein granulirter Neuroglia, in welche stärkere, stark lichtbrechende (hier dunkelrothe) Cylinder eingebettet sind. Diese haben eine Dicke von 0,003—0,0062 Mm., sind also stärker als Axencylinder überhaupt und ihre Substanz ist nicht wie bei diesen ganz homogen, sondern längsgestreift und granulirt, wesshalb ich ihnen den Namen Ependymfasern beilege (g g g Fig. 6, Fig. 13, Fig. 14). Man hält sie wegen ihrer Stärke und dem granulirten Ansehen auf den Querschnitten leicht für Körner; allein Längsschnitte, nach Methode X ausgeführt, geben darüber hinlänglich Aufschluss. Die Ependymfasern sind rundliche, massive Fasern, die so dicht neben einander verlaufen, dass man sie auf Längsschnitten einzeln nur auf sehr kurze Strecken verfolgen kann und es dort wahrscheinlich ist, dass sie sich gegenseitig verflechten und ein lang- und engmaschiges Längsnetz (g g g g Fig. 15) darstellen, was natürlich auf Querschnitten nicht zu bestätigen ist. Es schien mir in vielen Präparaten zweifelhaft, ob sie nervöser Natur seien; in einzelnen Fällen glaubte ich es auf Querschnitten (g g g Fig. 6, Fig. 13 und 14) deutlich gesehen zu haben.

Der Centralkanal, den ich früherhin für constant permeabel hielt, scheint doch beim Menschen oft stellenweise zu obliteriren. So fand ich ihn in diesem gewiss gesunden Rückenmarke in der Höhe vom dritten und vierten Halsnerven bis nahe dem fünften herab obliterirt und zwar so, dass dabei gar kein Zweifel obwalten kann. Es kommt nämlich nicht selten vor, dass sich der albuminhaltige Liquor cerebro-spinalis stellenweise anhäuft und durch die Chromsäure-Imbibition gerinnt. Alsdann sieht man auf den Querschnitten keine Kanalöffnung, sondern an deren Stelle eine gelblich-krümeliche Masse, die sich nicht mehr herausschwemmen lässt und den Kanal ganz vollständig ausfüllt; aber das Cylinderepithel desselben beweist dessen Existenz, welches Verhalten sich von dem folgenden deutlich unterscheidet. In den oben genannten Regionen hingegen ist nicht die Spur eines Epithels zu finden; aber an der Stelle des Kanals, dessen Form noch angedentet ist, befindet

sich ein feingranulirtes Bindegewebe, in dem ich nicht selten deutliche Capillargefässe bemerkte *) (f' Fig. 13), Beweis genug, dass hier organisirtes Gewebe existirt.

Der Centralkanal hat eine wechselnde Form und Grösse, so dass er bald gerade, bald quer gelagert erscheint und in den meisten Fällen eine elliptische Figur zeigt; selten ist er kreisrund oder eiförmig, dreieckig etc. Seine Grösse wechselt so sehr, dass sie selbst in einem beschränkten Höhenabschnitte schon grosse Verschiedenheiten zeigt. So z. B. zwischen dem siebenten und achten Halsnerven (in gerader Lage) schwankt seine grosse Axe zwischen 0,084 und 0,186 Mm., während sein Durchmesser bei kreisrunder Form an derselben Stelle oft nur 0.04—0,07 Mm. beträgt. In der Gegend der Halsanschwellung wächst der Längsdurchmesser des elliptischen Kanals von 0,17 auf 0,33 Mm., welch' letztere Zahl aber als extreme Grösse gelten muss. An den obliterirten Stellen entspräche ihm ein Längsdurchmesser von 0,17—0,42 Mm. bei einem kurzen Durchmesser von 0,09—0,14 Mm., wo er constant eine quere Lage hat (f' Fig. 13). Im obersten Halstheile ist der Kanal eiförmig oder dreieckig, mit nach vorne gewendetem breiten Ende, und hat 0,12—0,19 Mm. Längsdurchmesser. Diese Verschiedenheiten möchten darauf hindeuten, dass ein ungleichmässiges Stehenbleiben auf frühern Entwicklungsstufen hier gewaltet hat und dass an verschiedenen Stellen die Obliterationstendenz überwiegend war.

Das radiär angeordnete Epithel des Centralkanals ist ein Cylinder- oder besser ein Pallisaden-Epithel von 0,017—0,037 Mm. Länge, wobei die dicksten Enden der pyramidalen Zellen nur 0,006 bis 0,010 Mm. messen. Flimmerhaare und fadenförmige Fortsätze der Epithelzellen konnte ich in meinen Präparaten nicht wahrnehmen; allein es ist möglich, dass so feine Gewebspartikelchen durch die vorgegangenen Macerationen in Chromsäure, Essigsäure, Alcohol, Terpentinöl zu Grunde gegangen sind; was ich übrigens von andern Gewebsdetails durchaus nicht behaupten könnte. Diese Epithelialzellen, welche nach der oben angeführten Scala sich am intensivsten roth färben, schrumpften durch die Behandlungsweise so ein, dass sich der eigentliche Inhalt aneinanderstossender Zellen nicht mehr berührt, sondern bei Flächenansichten bis 0,007 Mm. von einander absteht, während ganz blasse Polygone von 0,013 Mm. Durchmesser darum gelagert sind. Demnach wäre 0,013 Mm. der wahre Werth für den Durchmesser der Zellenbasis.

Die graue oder hintere Commissur hat, wie angegeben, auch vor dem centralen Ependymfaden eine Schichte, und zwar von 0,047—0,058 Mm. Stärke, während die hinter demselben gelegene Schichte etwas stärker ist, nämlich 0,080—0,117 Mm. In der Mittellinie spitzt sich, wie aus vielen Zeichnungen leicht zu ersehen ist, die hintere graue Commissur nach hinten zu und geht continuirlich in die hintere Mittelscheidewand (e e e Fig. 6 und 13) über. Das hintere Dreieck ist meist nur dichtes Bindegewebe und häufig mit gröbern Blutgefässen ausgefüllt. Der hintere und vordere Abschnitt der grauen Commissur vereinigen sich an den seitlichen Grenzen des Ependymfadens und bilden eine ungetheilte Commissur (d d d Figur 6 und 13) von 0,14—0,23 Mm. Stärke, die häufig gröbere und feinere Gefässe trägt und hie und da jene erwähnten grossen Ge-

*) Frische Blutkörperchen messen circa 0,008 Mm. im Durchmesser, durch längere Chromsäurewirkung eingeschrumpfte aber nur 0,0069 Mm.; die feinsten Capillaren zeigen sich in diesen Präparaten gerade von 0,0069 bis 0,0072 Mm. Stärke und charakterisiren sich deutlich durch perlschnurartig angeordnete, stark lichtbrechende Blutkörperchen.

fässschlitze in sich schliesst. Nur hin und wieder finden sich in dieser Commissur vereinzelte querdurchschnittene Längsfasern mit Axenbändern von 0,004—0,005 Mm. Dicke, während die Hauptsache des Gewebes eine quere Faserung zeigt, ohne aber bestimmt isolirbare Längsfasern unterscheiden zu lassen, da zu viel feingranulirtes Gewebe dazwischen ist. Was nun die Frage betrifft, ob die Fasern der hintern Commissur wahre Nerven oder Bindegewebsbildungen seien, so beantworte ich sie bestimmt dahin, dass darin unzweifelhafte markhaltige Nervenfasern vorkommen, wie diess leicht auf Längsschnitten nach Methode X (c′ c′ Figur 15) nachgewiesen werden kann; aber die Zahl derselben ist sehr gering,*) so dass mir die physiologische Bedeutung derselben eine untergeordnete scheint; denn wo immer besondere Nervenverbindungen im Rückenmarke vorkommen, sehen wir die Fasern in Bündeln von wenigstens 8—20 beisammen, was in der eigentlichen hintern Commissur durchaus nicht vorkömmt. Selbst an der Halsanschwellung, wo doch auch die hintere Commissur die grösste Stärke haben könnte, findet man nicht mehr Fasern.**)

Die Hauptmasse der grauen Commissur besteht aus feinem, dichtverfilztem, gefässhaltigem Bindegewebe mit stellenweise vorherrschender Querrichtung der Faserzüge horizontal, seitlich vom Ependymfaden; die mittlere hinterste Partie (c, c′, c, Fig. 15, Abschnitt I, II, III) mit vorherrschender Faserrichtung nach hinten und abwärts. Die Commissurenfasern nehmen unzweifelhaft seitlich in dem Verhältniss an Zahl zu, als sie sich von der Mitte entfernen, und es schien mir wahrscheinlich, dass die neu hinzukommenden Fasern jeweilig von den Hintersträngen herstammen. Die endliche Faserrichtung (in Fig. 7; n n, d d in Fig. 8) der gesammten hintern Commissur ist in einer vordern Hälfte gerade seitwärts in der Richtung gegen den Zellenhaufen D (Figur 7 und 8) im hintern und äussern Theile des Vorderhorns; und in einer hintern Hälfte gekrümmt nach der innern Peripherie des Hinterhorns.

Endlich erwähne ich noch die Körner, welche sowohl im Ependymfaden als in dem mittlern Theile der grauen Commissur häufig angetroffen werden. Ihre Durchmesser schwanken zwischen 0,0069—0,0103 Mm. und sind leicht granulirt, wodurch sie sich von den wahren Axenbändern (auf den Querschnitten) unterscheiden lassen. Spindelförmige kernlose, dunkelrothe Körper von 0,027 Mm. Länge und 0,007 Breite, feine dunkle Punkte von 00,02 Mm. erblickt man ebenfalls in dieser Gegend; aber ihr Zusammenhang und ihre Bedeutung sind mir bis jetzt räthselhaft geblieben.

Die Vorderhörner erscheinen beim frischen Rückenmarke als grauröthliche Figuren, während sie in unsern Präparaten bei durchfallendem Lichte sich dunkelroth von der blassrothen umgebenden Substanz abheben. Genauer betrachtet zeigen sie schon bei der Beobachtung mit blossem Auge dunkelrothe Flecke mit dazwischen liegenden helleren Streifen und Linien. Namentlich am vordern und aussern Rande sind diese dunkelrothen rundlichen Stellen von 0,2—0,8 Mm. Durchmesser constant sichtbar und bestehen aus Gruppen grosser Ganglienzellen, welche so charakteristisch für das Vorderhorn sind. Mit blossem Auge war es mir nie möglich, einzelne

---

*) Während man auf einer Horizontallinie durch die vordere Commissur 20—25 wahre Nervenfasern zählen kann, erscheinen darauf in der hintern Commissnr höchstens 4—5 Stück.

**) Hier zeigt sich so recht schön die Bedeutung der Methode, Fasern nur auf ihren Querschnitten als wirkliche Nervenfasern zu declariren.

solcher Zellen zu sehen, *) selbst wo sie beinahe isolirt auf sehr dünnen Schnitten von grosser Durchsichtigkeit vorkommen, und obschon die grössern beinahe 0,1 Mm. Länge erreichen. Die vordern grauen Colonnen bestehen aus einem Grundstock von dicht verfilztem fibrillären und granulirtem Bindegewebe (Neuroglia), in welches die verschiedenen nervösen Elemente und Gefässe eingebettet sind, und das continuirlich mit der Neuroglia der weissen Stränge und Commissuren zusammenhängt. Dieses Grundgewebe schrumpft durch die Maceration in Chromsäure zusammen und wird dichter, so dass es Gewebselemente, die damit nicht innig zusammenhängen, blosslegt und diese frei in Hohlräumen zu liegen scheinen. So namentlich Ganglienzellen und Axencylinder, während Gefässe und Nervenscheiden damit innig verkittet sind. Nach ungefährer Schätzung bestehen die Vorderhörner aus $1/4$ Ganglienzellen, $1/4$ Nervenfasern und $2/4$ Neuroglia und Gefässen.

Die grossen Ganglienzellen bilden die erwähnten dunkeln Haufen vorn und seitlich im Vorderhorn, deren Gruppirung unten erörtert werden soll. Diese Zellen sind vielleicht die am vollkommensten organisirten Elemente im ganzen Körper, und ihre hohe Bedeutung in der Nervenphysiologie, als Organe der höchsten thierischen Thätigkeiten: Empfindung, Willensthätigkeit, Bewusstsein, Combinationsvermögen u. A. m., ist mehr als wahrscheinlich, obschon wir noch weit davon entfernt sind, darüber bestimmte Grundsätze aufstellen zu können. Jede Ganglienzelle ist möglicherweise ein Centralorgan für eine bestimmte Anzahl von Nervenfasern, durch welche jene genannten Thätigkeiten angeregt, geleitet und modificirt werden können. Diese Zellen, welche wegen ihres zähflüssigen Inhaltes eher den Namen von Körpern verdienen, gehören mit zu den grössten Elementen im ganzen Thierkörper, und ihre Formen sind so charakteristisch, dass, wenn man sie einmal gesehen hat, sie immer wieder erkennt. Es sind polyklone (vielästige) Gebilde von länglich rundlicher Form, deren Körper meist drei- oder viereckig erscheint (Figur 10 u. 12; 4 4 4 Figur 17), wobei die Kanten und Ecken in die länglich kegelförmigen Fortsätze übergehen. Sie sind gröblich granulirt (hier dunkelroth), mit Kernen und Kernkörperchen versehen, und ihre Grösse schwankt im menschlichen Rückenmarke zwischen 0,04—0,085 Mm. Längsdurchmesser und 0,025—0,04 Mm. Breitendurchmesser; die mehr rundlichen betragen 0,06 Mm., wobei nur die Körper gemessen wurden. Die Fortsätze lassen sich bis auf die einfache und doppelte Zellenlänge und oft weiter verfolgen. Bei einer so bedeutenden Grösse ist es begreiflich, dass man bei starken Vergrösserungen nur durch verschiedenes Einstellen der Objectivbrennweite zur wahren Anschauung ihrer Form und Körperlichkeit gelangen kann. Dabei sieht man deutlich ihre unregelmässige Form und die grosse Anzahl der verschiedenen Ausläufer in den verschiedenen Ebenen des Gesichtsfeldes; bedenkt man, dass die Dicke eines Schnittes oft 0,025—0,03 Mm. nicht übersteigt, so ist einleuchtend, dass im günstigsten Falle nur eine kleinere Zelle vollständig in einem Schnitte enthalten sein kann. Schnitte von 0,06 und mehr Mm. Dicke zeigen allerdings vollständigere Zellen, wenn diese den Schnittflächen nicht zu nahe liegen. Daher sieht man häufig nur Segmente

---

*) Ein gewöhnliches Auge unterscheidet leicht bei günstiger Beleuchtung noch Stellen von 0,05—0,1 Mm. Grösse, und sieht sogar auf rein weissem Grunde noch schwarze Linien von 0,02 Mm.; so an den Zahlen des Zifferblattes feiner Cylinderuhren, Kupfer- und Stahlstichen. Allein wo der Contrast fehlt, d. h. wo Punkte oder Linien von schwach abstechendem Grunde umgeben sind, ist oft 0,1 Mm. noch schwer zu erkennen. So diese Ganglienzellen, welche zwar dunkelroth sind, aber vom ziemlich rothen Grunde schwach contrastiren.

der Zellen, rundliche, ovale, spindelförmige, dreieckige, mit wenigen oder ohne Ausläufer (5 5 5 Figur 17), die, einzelnen betrachtet, für Untersuchungen kaum maassgebend sein können.

Einstweilen unterscheide ich in der grauen Substanz dreierlei Arten von Ganglienzellen, von denen die erste Art zwei Varietäten hat und welche im menschlichen Rückenmarke constant vorkommen:

I. Grosse polyklone Ganglienzellen:
   a) Unregelmässig polyedrische Zellen mit 4—10 Ausläufern; Grösse 0,04—0,08 Mm. (a a a Figur 10.)
   b) Länglich konische oder spindelförmige Zellen mit 2—4 Ausläufern; Grösse 0,064 bis 0,110 Mm. (b b b Figur 10.)

II. Kleine polyklone Zellen, rundlich, länglich, unregelmässig, doch häufig tetraëdrisch mit 2—5 Ausläufern von höchstens 0,030 Mm. im Mittel, 0,025 Mm. lang, 0,012 breit. (Figur 9.)

III. Kleinere und mittelgrosse elliptische Zellen, scheinbar ohne Ausläufer, von 0,029—0,038 Mm. Länge und etwa halb so viel Breite. (Figur 9.)

Der zähflüssige, grobkörnige Inhalt der Ganglienzellen erstreckt sich noch ziemlich weit in die Zellenausläufer und enthält nahe der Oberfläche 1—2 grosse Kerne von 0,016—0,024 Mm. mit Nucleolis von 0,006 Mm.

Während die Zellenausläufer in den Ganglienkörpern sub I. a mehr unregelmässig nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen und sich nicht selten verästeln (im obersten Halstheile beinahe constant), zeigen die Ausläufer der Zellen sub I. b mehr eine regelmässige Längsrichtung parallel der Längsaxe der spindelförmigen oder lang elliptischen Zellkörper. Ebenso schienen mir die Zellen sub II ihre Ausläufer meist in der Längsrichtung auszusenden; sowie die elliptischen Zellen sub III vorherrschend in der Längsrichtung zwischen andern Elementen liegen.

Ueber die delicate Frage des endlichen Schicksals der Zellenäusläufer wage ich noch keinen bestimmten Ausspruch; doch gestehe ich gerne, dass es mir bis zur Stunde noch nicht gelungen ist, im menschlichen Rückenmarke einen direkten Uebergang in eine deutliche Nervenfaser, respective Axencylinder, beobachten zu können. Die Zellenausläufer haben an der Zelle eine Breite von 0,005—0,008 Mm., in einiger Entfernung davon 0,004 Mm., spitzen sich nach $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ Zellenlängen Entfernung so zu, dass der feinste messbare Faden (0,0012 Mm.) endlich verschwindet (4 4 4 Figur 17). Häufig bemerkte ich (bei den Ganglienzellen sub I. b constant) ein Einfliessen des immer dünner werdenden Zellenausläufers inmitten deutlicher Nervenfasern (b b b Figur 10), aber ohne dass es mir ein einziges Mal gelungen wäre, ein Bild zu Gesicht zu bekommen, wie es in vielen Werken abgebildet ist. An Zellen, bei denen sich die Ausläufer verästeln, werden diese rasch so dünn, dass sie sich dem Auge schnell entziehen.

Eben so negativ muss ich die andere Streitfrage der Communication benachbarter Ganglienzellen beantworten, indem ich bis jetzt kein Bild *) aufweisen könnte, das, über alle Zweifel er-

*) Ich besitze unter den Hunderten von Präparaten ein Einziges, das an einer Stelle mit grosser Wahrscheinlichkeit dafür spräche. 2 Zellen sub I. b, die eine 0,110 Mm., die andere 0,072 Mm. lang, haben scheinbar einen

haben, den Zusammenhang benachbarter Zellen zeigte. Häufig sah ich die Ausläufer einander nahe liegender Zellen in eine andere Ebene übergehen.

Die Gruppirung der Ganglienkörper zeigt sich schon bei oberflächlicher Betrachtung und bei ganz schwachen Vergrösserungen (15—60), indem sich deutlich Haufen von mehreren oder vielen Zellen abgrenzen. Diese Anhäufungen dunkelrother Ganglienzellen bedingen die dunkeln rundlichen und elliptischen Flecke, die man an den Präparaten von blossem Auge deutlich sieht. Bei näherer und häufigerer Betrachtung dieser Partieen gewinnt man bald die Ueberzeugung, dass etwas Gesetzmässiges in der Anordnung walte, indem man in verschiedenen Gegenden des Rückenmarks bestimmte und zum Theil wiederkehrende Zellenhaufen erblickt. Ich erwähne beispielsweise deren Vorkommen und Anordnung im Halsrückenmarke, und verweise dabei auf die Figuren 1, 2, 3, 4, 5 und namentlich Figur 7 (der Halsanschwellung), und unterschied so 12 verschiedene Gruppen.

Zellenhaufen A in der vordern äussersten Partie des Vorderhorns.
» B » » vordersten mittlern » » »
» C » » vordern und innersten Partie des Vorderhorns.
» D innerhalb A.
» E zwischen B und A an der vordern Grenze des Vorderhorns.
» F » B und C ganz vorn.
» G am Seitenhorn, äussere Ecke zwischen Vorder- und Hinterhorn.*)
» H im Halse des Hinterhorns.
» K innen und hinten von D.
» L zwischen F und C, mehr hinten.
» M nahe der Centralpartie.
» N aussen am Kopf des Hinterhorns.

Es ist selbstverständlich, dass hier nur constant wiederkehrende Zellenhaufen gemeint sind, und dass desswegen doch einzelne Ganglienzellen ausserhalb dieser Gruppen in kleinen Häufchen oder auch ganz isolirt vorkommen. Es gibt kein Präparat, aus welcher Höhe es auch sein mag, in welchem sich nicht ein paar von den genannten Haufen deutlich nachweisen liessen. Ganz grosse Zellenhaufen, wie z. B. A und D in der Halsanschwellung, welche 40—60 Zellen in einem einzelnen Querschnitte enthalten, lassen sich deutlich wieder in kleinere Gruppen trennen, so dass eine solche nur 7—15 Zellen enthält. Diese Zellhaufen sind theils durch Nervenfaserbündel, theils durch gröbere Gefässbahnen von einander getrennt, und machen dadurch Anspruch auf eine gewisse Selbstständigkeit, wie ich bald zeigen werde. Am constantesten zeigen sich die Zellenanhäufungen A, C und D; häufig kommen vor die Gruppen B und E; nicht selten H und N; nur in einzelnen Rückenmarksgegenden die Gruppen F, G, K, L und M, welche Verhältnisse man, wie gesagt, in den Figuren 1—7 übersehen kann. Ich habe nun in einigen Dutzend Präparaten die Zellen in den Haufen gezählt, und werde diese Zählungen noch fortsetzen. Nicht dass ich

---

gemeinschaftlichen Ausläufer von 0,31 Mm. Länge; aber leider liegt über dem letzten Viertel ein Capillargefäss gerade darüber, so dass noch über die wahre Verbindung gestritten werden könnte.

*) Ist wohl der Dorsalkern Stillings. (Vergl. Stilling, p. 243.)

glaube, die absoluten Zahlen hätten einigen Werth, sondern zu dem Zwecke, um vergleichsweise in verschiedenen Höhen des Rückenmarks und in den verschiedenen Präparaten unter sich einen Maasstab anlegen zu können. In der That haben denn auch die Zahlen der jeweiligen Zellenhaufen ein gewisses Verhältniss dargelegt. Wie später gezeigt werden soll, besteht auch in der Längsrichtung des Rückenmarks (auf bestimmten Längsschnitten sichtbar) eine gewisse Gruppirung der Zellen; nur sind hier die Zellenhaufen ungleich grösser und mehr in die Länge gezogen, und stellen Cylinder und Doppelkegel dar. Werden diese Zählungen hinlänglich ausgedehnt vorgenommen, so können sie endlich durch Vergleichung von Quer- und Längsschnitten dazu führen, eine vollständige Uebersicht der Zellengruppirung im Marke zu gewinnen und ihr Verhältniss zu gewissen Nervenfasern etc. zu constatiren.

Als Beispiel diene hier das Mittel von 120 Zählungen (68 Präparaten) aus fünf verschiedenen Höhen im Halsrückenmarke.

Anzahl der Ganglienzellen in der Höhe des

| | | VIIIten | VIten | IVten | IIIten | Iten Cervicalnerven. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zellenhaufen | A | 11 | 42 | 18 | 8 | 0 |
| » | B | 0 | 15 | 14 | 5 | 4 |
| » | C | 7 | 13 | 18 | 8 | 5 |
| » | D | 0 | 44 | 15 | 10 | 14 |
| » | E | 0 | 17 | 12 | 5 | 3 |
| » | F | 0 | 6 | 0 | 6 | 2 |
| » | G | 20 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | Summa | 38 | 140 | 77 | 42 | 28 |

Man ersieht daraus die überwiegende Anzahl von Zellen in der Halsanschwellung (Nerv. cervical. VI.), die Zu- und Abnahme in den Zellenhaufen A, C, D etc. in verschiedenen Höhen am Halsrückenmarke; ferner wird ersichtlich, dass die Gruppe D in der Halsanschwellung die meisten Zellen (44) in sich schliesst; alsdann die Gruppe A mit 42, E mit 17, C mit 13 u. s. f. Die Gruppen G, F, E, D, B fehlen auf einzelnen Höhen, während sie auf anderen vorherrschen etc., und so lassen sich daraus noch manch' andere Betrachtungen ziehen, die aber namentlich erst in Verbindung mit der Zählung auf den Längsschnitten zu der wahren Bedeutung gelangen können.

Bei den einzelnen Zählungen selbst sieht man ferner die Zellenzahl einer Gruppe in einem gewissen Verhältnisse zu der einer benachbarten Gruppe, so dass eine Art Ergänzung vorkömmt. Als Beispiel gebe ich sechs Zählungen aus der Höhe des Nerv. cervical. IIIius:

| | | 1ste | 2te | 3te | 4te | 5te | 6te | Zählung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zellenhaufen | C | 10 | 8 | 15 | 16 | 9 | 7 | 11 |
| » | L | 13 | 17 | 16 | 12 | 27 | 13 | 16 |
| » | B | 5 | 6 | 3 | 3 | 8 | 8 | 6 |
| » | E | 8 | 9 | 2 | 3 | 0 | 10 | 5 |
| | | 36 | 40 | 36 | 34 | 44 | 38 | Mittel |

Man ersieht daraus einmal die grosse Uebereinstimmung der Summen, deren Extreme 34 und 44 sind; ferner das Wechselverhältniss benachbarter Gruppen, so in der fünften Zählung 27 Zellen im Haufen L, während C nur 9, B nur 8 Zellen und E gar keine hat; dann hatte der Haufen L durchschnittlich 16 Zellen, während die Haufen C, B und E zusammen etwa 22 haben, und deutlich zeigt sich auf dieser Rückenmarkshöhe das Vorwiegen des Zellenhaufens L.

Was die Richtung und relative Lage der Ganglienzellen anbetrifft, so sind mir oft Gruppen vorgekommen (Fig. 8), bei denen eine bestimmte Anordnung unzweifelhaft war. So stehen häufig die Zellen kleinerer Gruppen oder diejenigen von Abtheilungen grösserer Haufen in einer Kreislinie angeordnet, so dass im Innern derselben keine oder nur sehr wenige Zellen gelegen sind. Eben so häufig hatten die Längsaxen der Zellen eine bestimmte Richtung, entweder parallel oder auf einen Punkt convergirend. Constant fand ich dies bei den Zellen sub I. b, II. und III., von denen es bei den erstern (Fig. 10, b b b), die beständig beim hintern Theil der Gruppe D (δ Fig. 8) sich finden, besonders auffallend ist. Die andern Zellen, namentlich die im Hinterhorne, zeigen ein ähnliches Verhalten. Sonst aber bilden die Ganglienzellen sub I. a auf Querschnitten das Bild vollständiger Regellosigkeit in ihrer Lage und der Richtung ihrer Ausläufer (γ γ Fig. 8, a a a Fig. 10) und wir werden erst bei der nähern Betrachtung der Längsschnitte mehr Gesetzmässigkeit beobachten können.*)

Die Faserung im Vorderhorne. Ihre Entzifferung gehört nach dem Ausspruche der grössten Histologen der Neuzeit zu den schwierigsten Aufgaben der Mikroscopie, und gerade darüber herrschen auch die widersprechendsten Meinungen.

Ich glaube, dass man voreilig schon einen Schritt zu weit ging, wenn man den Verlauf von Nerven auf grössern Strecken als continuirlich erkennen wollte. Wie wäre es denn möglich, bei einem verhältnissmässig so grossen Organe auf einzelnen Querschnitten die sehr gewundenen Faserzüge sehen zu wollen? Mir schien es rathsamer, erst die verschiedenen Faserungen im Innern der Hörner zu bestimmen, um dann später erst deren Zusammenhang mit den verschiedenen Nervenwurzeln und weissen Strängen begründen zu können.

Meist laufen die scheinbar unregelmässig verwirrten Nervenfasern in Bündeln, von denen man feinere und gröbere deutlich unterscheiden kann. Letztere (p Fig. 12) von circa 0,068 Mm. Breite enthalten 30—45 Fasern (das Resultat vieler Zählungen). Die kleinsten Bündel (o Fig. 12) messen nur circa 0,034 Mm. in der Breite und schliessen nur 5—10 Fasern in sich. Diese Nervenfaserbündel lösen sich erst nach längerem Verlaufe in isolirt ausstrahlende Fasern auf, die man in der Nähe von Ganglienzellen antrifft (f f' Fig. 12, Fig. 17).

Um eine Uebersicht über das scheinbare Gewirre zu gewinnen, theile ich die Fasernbündel der Vorderhörner in drei Klassen:

1. Klasse: Gröbste, gruppentrennende Hauptstränge, welche senkrecht und schief in grossen Bahnen nach vorn, seitlich und hinten verlaufen. Breite von 0,10—0,17 Mm. (xy. xy. xy. Fig. 8).

---

*) In Fig. 17 zeigt sich auf einem senkrechten Längsschnitte das Verhalten in der Art, dass die Ausläufer der Zellen einer hintern Gruppe 4, 4, 4 mehr in den Verticalebenen, die der Zellen einer vordern Gruppe 5, 5, 5 sich mehr in der Horizontalebene ausbreiten.

2. Klasse: Die Peripherie der Zellenhaufen umspinnende Bündel. Ein Drittel, ein Halb, oft zwei Drittel und mehr in einer einzelnen Schnittebene den Zellenhaufen umgebend. Breite 0,04—0,09 Mm. (ik ik ik, Fig. 8 und 10).

3. Klasse: In das Innere von Zellenhaufen oder in die Nähe einzelner Zellen ausstrahlende Bündel, von 0,03—0,06 Mm. Breite und 6—12 Fasern enthaltend (l l l Fig. 8 und 10).

Drei Bahnen der ersten Klasse sind im Vorderhorn beinahe constant zu erkennen:

$\alpha$ Bahn parallel der innern Peripherie des Vorderhorns ($\alpha$ Fig. 7 und 8).

$\beta$ Bahn von der Mitte der vordern Peripherie des Vorderhorns schief nach hinten und aussen ziehend, von der Gruppe F zu D und G ($\beta$ $\beta$ $\beta$, Fig. 7 und 8).

$\gamma$ Bahn von dem vordern, äussern Winkel des Vorderhorns, theils in die Bahn bei F einmündend, theils sich im Centrum des Vorderhorns verlierend ($\gamma\gamma\gamma$ Fig. 7 und 8).

Nicht selten findet man nachfolgende Bahnen:

$\delta$ Faserzüge zwischen den Zellenhaufen A und D }<br>
$\varepsilon$ « « « « B « E } (der Figuren 7 und 8).

Mehr oder weniger stehen mit diesen gröberen Faserzügen die Bahnen der in's Vorderhorn einmündenden vordern Nervenwurzeln in Verbindung, indem sie sich theils mit einander scheinbar vermengen, theils mit jenen sich unter spitzen Winkeln kreuzen (a′ a‴, c′ c″ c‴ Fig. 8).

Die genannten Bahnen sind häufig durch grössere Blutgefässe, von 0,03—0,09 Mm. Durchmesser, deutlich markirt und diese senden nicht selten (Fig. 8) gröbere Aeste in eine benachbarte Bahn. So geben Blutgefässe von 0,08 Mm. Caliber, mit Faserzügen erster Klasse laufend, 2—3 Seitenäste von 0,045 Mm. Stärke ab, die mit Bahnen zweiter Klasse parallel laufen. Ueberhaupt mache ich schon hier auf die grosse Bedeutung der Richtung der Blutgefässe für die massgebende Richtung der Nervenfaserzüge aufmerksam, die sich nicht allein für gröbere Gefässe bei gröberen Bündeln, sondern auch für die Lage und Richtung feinster Capillaren zu feinsten Nervenbündeln nachweisen lässt. Offenbar sind das Bindegewebe, die Gefässe und Nerven von ein und derselben Richtung, aus demselben Zellenplasma, resp. denselben Mutterzellen hervorgegangen und die spätere Differenziirung hatte gewiss bei den drei verschiedenen Gebilden eine gemeinschaftliche Richtung der Zellenaxen zur Folge. Daher ist das Studium der Gefässvertheilung im Innern der Hörner so wichtig und gibt nebst dem Anblicke der ⊙ ⊙, als sichere Bilder querdurchschnittener Nervenfasern, die besten Aufschlüsse über den Faserverlauf.

Die zweite Klasse, die Zellenhaufen umspinnenden Faserbündel, ist im Vorderhorn ganz charakteristisch und auf jedem Querschnitte kann man deren in Menge sehen. Ihre Bahnen sind häufig durch Gefässe bezeichnet, deren Caliber 0,008—0,016 Mm. beträgt. Ich besitze mehrere Präparate, in denen zufällig der grosse Theil eines, den Zellenhaufen umschliessenden Capillarkreises in der Schnittebene lag, so dass man beinahe ganze Ringe von 0,39 bis 0,43 Mm. Durchmesser (z. B. von der Zellengruppe B oder E) ununterbrochen die Haufen umgeben sieht. Hier ist es dann leicht, daneben die genannten Nervenfaserbündel schön dem Gefässe parallel zu erblicken.

Eigenthümlich ist es und bestätigt die angedeutete Entwicklungsgeschichte, dass man nicht selten Capillaren in diesen Nervenbündeln sieht, welche sich auf lange Strecken nicht verästeln, während sie an benachbarten Stellen, wo mehr Zellen und Bindegewebe vorkommen, enge Maschen und Flechtwerke bilden. Ich sah Beispiele, wo auf eine Strecke von 0,85—0,92 Mm. Länge feinste Gefässe keine Aeste abgaben.

Die zellengruppenumspinnenden Faserbündel scheinen am häufigsten in der horizontalen und in einer etwas schief von vorn nach hinten und oben geneigten Ebene zu liegen, denn auf Querschnitten erscheinen sie constant, während sie auf senkrechten Längsschnitten meist nur als ⊙ ⊙ vorkommen, wo sie bequem gemessen und gezählt werden können. Die deuttich markhaltigen Fasern haben einen Durchmesser von 0,0084—0,0127 Mm. mit Axenfaden von 0,0042 Mm. im Mittel. *) Gewöhnlich sind die Bündel höher als breit, so dass sie auf Längsschnitten längsoval erscheinen und zählen 16—45 Fasern (vergleiche 6, 6, 6, 9, 9, 9, 10, 10, 14, 14 in Fig. 17). Sie zeigen meist eine gewisse Selbstständigkeit, indem sie $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ eines Kreisumfanges gedrängt vereinigt bleiben, ohne Fasern an benachbarte Gebilde abzugeben; hernach laufen sie meist tangentional (siehe verschiedene Stellen in Fig. 8) aus und entfernen sich von der Kreislinie. Nicht selten gehen sie in der angeführten Tangentenrichtung in gröbere Bündel erster Klasse über oder gelangen in feinere zweiter Klasse anderer benachbarter, meist kleinerer Zellhaufen und zerfasern sich endlich in kleinere Bündel zu 4—8 Fasern, die radial von der Peripherie in das Centrum des Kreises eindringen. Denkt man sich diese Verhältnisse auf benachbarte, kleinere Zellenhaufen übertragen, so ist klar, dass hier mannigfache Kreuzungen vorkommen müssen, welche das Bild scheinbar verwirren (vergleiche Fig. 10 ik, ik). Allein ein genaueres Verfolgen und die Vergleichung mit dem Anblicke auf Längsschnitten (Fig. 17) ergeben die angedeutete Regel.

Noch erwähne ich eines, wenn auch seltener vorkommenden Verhaltens, wobei umgekehrt eine polyklone Ganglienzelle ein Längsbündel gleichsam umspinnt (vergleiche p, o der Fig. 12). An einzelnen Stellen im Hinterhorn und im obersten Halstheile, selbst ganz vorn im Vorderhorne, sieht man Zellen, deren Ausläufer grössere oder kleinere Längsbündel umarmen, theils geschieht dies von einer Ganglienzelle allein, theils von zweien gemeinschaftlich. Es schien mir dieses Vorkommen durchaus nichts Zufälliges zu sein, da ich nicht selten auch eine oder zwei oder drei gröbere Nervenfasern (bis zu 0,012 Mm. Stärke) zwischen zwei sich nahe liegenden Zellenfortsätzen aufsteigen sah, ohne dass Bindegewebe sie von diesen trennten (vergleiche f in Fig. 12 und 7' 7' in Fig. 17).

Die dritte Klasse von Nervenfaserbündeln im Vorderhorne ist die am meisten verwirrende, da sie überall häufig angetroffen wird und scheinbar regellos andere Bündel durchkreuzt. Diese meist feinen Faserzüge dringen am tiefsten in die Zellenhaufen ein, und wenn überhaupt Ganglienzellen mit Nervenfasern zusammenhängen, so müsste es bei dieser Klasse der Fall sein. Denn einzig hier finden wir vereinzelte, doppelte, dreifache Fasern in der nächsten Nähe von

*) Daneben findet man ähnliche Bündel von 8—15 und mehr, ebenfalls deutlich markhaltigen Fasern von grosser Feinheit, besonders in der Nähe der Seitenstränge: Fasern von 0,0043—0,0063 Mm. mit Axenfaden von 0,0012 bis 0,0021 Mm. Stärke; aber auch in und neben diesen Bündeln kommen nicht selten jene stärkern Fasern von 0,0084 vor. Man vergleiche damit 8, 8, 8 in Fig. 17.

Ganglienzellen divergiren und zunächst den Zellfortsätzen vorbeistreichen. Wie angeführt, habe ich dies Verhalten bis jetzt nicht beobachten können, indem sich die Zellenfortsätze so verfeinerten, dass sie sich jeder fernern Nachforschung gänzlich entzogen. Wenn je der Nachweis solcher directer Verbindungen geleistet werden kann, so hat dies einzig in der Längsrichtung des Rückenmarks eine Wahrscheinlichkeit für sich, indem sich mir nur auf senkrechten Längsschnitten (Fig. 17) Bilder zeigten, welche Möglichkeit zur Ventilirung dieser so wichtigen Frage darboten. Denn einzig dort ist das Gebiet gewisser vorderer Zellensäulen so von fremden Faserzügen frei, dass man verhältnissmässig wenige Fasern in der Längsansicht neben Ganglienzellen sieht.

Längsbündel im eigentlichen Sinne sind mit Ausnahme der obersten Halsgegend (vergleiche Fig. 5) im Vorderhorne nicht anzutreffen; man müsste denn die von Balkenstrahlen abgegrenzten Längsbündel der Vorder- und Seitenstränge (2, 2, 2; 3, 3, 3, Fig. 8) an der Peripherie des Vorderhorns dazu rechnen (1, 1, Fig. 17 auf dem Längsschnitte). Gleichwohl findet man häufig ⊙ ⊙ als Ausdruck querdurchschnittener, markhaltiger Fasern im Innern von Zellenhaufen, doch stehen solche von 0,0137—0,0171 Mm. Stärke mit Axenbändern von 0,005—0,0006 nur einzeln, höchstens zu zweien zusammen; während ganz feine, markhaltige Fasern von 0,0044—0,0068 Mm. häufiger zu 5—10 beieinander stehen. Die Querschnitte beider Arten (f f, f' f' Fig. 10) finden sich häufig ganz in der Nähe der Ganglienzellen und ihr Verlauf ist auf Längsschnitten deutlicher wahrzunehmen.

Die Fasern der Peripherie des Vorderhorns und der Balkenstrahlen hängen scheinbar mit allen drei Klassen von Nervenfasern zusammen, je nachdem sie von Hauptbahnen, Zellenhaufen umspinnenden Bahnen etc. austreten. Die Balkenstrahlen enthalten reichlich fibrilläres Bindegewebe, Gefässe und die in ihnen enthaltenen Nerven sind deshalb schwer zu erkennen, weil die schmalen Stadien in röthlichem Grundgewebe neben stark lichtbrechenden Elementen liegen. Auf dünnen Schnitten erkennt man leicht die nervöse Natur der Faserung, die aber erst auf passenden Längsschnitten als ⊙ ⊙ verificirt werden können. Die Fasern, welche austreten (b b' Fig. 8), durchkreuzen die Zellenhaufen umspinnenden Bündel gewöhnlich, da diese namentlich an der Peripherie des Vorderhorns so deutlich ausgesprochen sind. Die Balkenstrahlen führen die Nervenfasern meist horizontal oder schwach absteigend in die weissen Stränge hinaus (sichtbar auf senkrechten Längsschnitten nach Methode VI a), indem sie sich auf dem Querschnitte mehr und mehr verschmälern, als Beweis der stetigen Abnahme ihrer Elemente nach der Peripherie hin. Offenbar sind es die Balkenstrahlen, welche die Communication der senkrechten Längsbündel (der weissen Stränge) mit dem Innern der grauen Substanz herstellen, und durch sie müssen horizontale Faserungen der grauen Substanz in die weissen Stränge auf- oder abbiegen, was auf Längsschnitten erst näher erörtert werden kann.

Die Capillargefässe der grauen Substanz bilden reichliche Netze, deren Maschen im Allgemeinen 0,10 Mm. Durchmesser haben, aber bis zu 0,06 Mm. eng werden können. Die feinsten Capillaren haben den Durchmesser zusammengeschrumpfter Blutkörperchen (0,004—0,0068 Mm.) und zeigen sich durchaus structurlos. Man erkennt sie, wie angegeben, leicht an den meist viereckig gewordenen Blutkörperchen, die den Strängen ein perlschnurartiges Ansehen geben (siehe Fig. 8, 9, 10 u. A. m.) und sehr stark lichtbrechend sind. Ueber ihre Bahnen wurde schon oben

mitgetheilt, wie gröbere und feinere Gefässe die Bündel von Nervenfasern begleiten und ihren Lauf deutlich bezeichnen; ferner, dass sie auf längern Strecken unverästelt inmitten von dünnen Nervenbündeln laufen und ein Hauptmittel zur Entzifferung des Faserverlaufes abgeben. Erwähnenswerth ist ferner das Umspinnen von ganzen Zellenhaufen bei einem Caliber von circa 0,009—0,01 Mm., so dass also diese Zellenhaufen gemeinschaftliche Ringgefässe besitzen; endlich erwähne ich der Gefässmaschen und Gefässschlingen um einzelne Ganglienzellen, so dass von den grossen Zellen des Vorderhorns wahrscheinlich jede von einem eigenen Gefässkreise ernährt wird (vergl. c, c; e, e, e Fig. 10). Es beweist dies zum wenigsten die Selbstständigkeit der Ernährung einzelner Zellen und die hohe Bedeutung des Stoffwechsels für diese kleinen Nervencentren. Nicht selten liegen diese Capillarmaschen dicht an der Zelle, umspinnen sogar noch ihre Fortsätze und ich vermuthe, dass sie im frischen Zustande oft die Zellen selbst beinahe berühren (vergl. Fig. 10 und 17).

Die Zellen, Nervenfasern, Gefässe und Zellenausläufer füllen das Bindegewebsstroma der grauen Substanz der Vorderhörner so aus, dass man oft Mühe hat, ganz freie Stellen von nur 0,02 bis 0,03 Mm. Durchmesser aufzufinden; beispielsweise zählte ich die Elemente auf einem quadratischen Flächenraum von 0,47 □ Mm. an mehreren Stellen des Vorderhorns. Ich fand darauf: 6—8 ⊙ ⊙ von 0,017 Mm. Durchmesser; 10—20 ⊙ ⊙ von 0,005 Mm.; 15—20 Fasern in der Längsansicht, 3 Stück Zellenfortsätze, 6 feinere und 2 gröbere Körner von 0,003—0,0069 Mm. Grösse und eine Gesammtlänge von 0,12 Mm. feinster Capillargefässe von 0,006 Mm. Stärke, in die feingranulirte Neuroglia eingebettet. Ich verweise namentlich auf die Figur 17, um sich eine Vorstellung von dem Reichthum der grauen Substanz an Elementen zu machen.

Die Hinterhörner. Die sensiblen oder hintern grauen Colonnen erscheinen auf dem Querschnitte kleiner und von einfacherer Construction als die vordern; auch zeigen sie nicht diese Windungen von Nervenbahnen und eine verhältnissmässig grosse Armuth an Ganglienzellen. Das Hinterhorn erscheint als längliches Oval mit nach vorne breitem Ansatz an das Vorderhorn und hinterem zugespitzten Ende, das bis an die hintere Peripherie reicht. Da wo es ins Vorderhorn übergeht, ist es verschmälert oder eingeschnürt, wesshalb Clarke diese Stelle Cervix cornu posterioris nennt. Die ovale, mehr bauchige Partie nennt er das Caput cornu posterioris, und die Spitze vom Caput bis zur Peripherie möchte ich den Apex cornu posterioris nennen, welchen Theil man allgemein für die eintretenden hintern Nervenwurzeln hielt. (Fig. 7 a Caput [oder auch Substantia gelatinosa Rolando], b das Trigonum cervicale; 7, 10, 11, 12 Fig. 9 den Apex cornu posterioris.)

Ich bemerke gleich hier, dass am Halstheile des Rückenmarks durchweg die hintern Nervenwurzeln (15, 16, 17, Figur 9) innerhalb des Apex cornu poster. in die Hinterstränge einmünden, um dann auf Umwegen in das Caput cornu poster. an seiner innern Peripherie zu gelangen. In allen Präparaten ist der Apex dunkelroth, während die sich an seinen innern Rand anlehnenden hintern Nervenwurzeln weiss oder farblos erscheinen, was auf den ersten Blick, selbst bei den schwächsten Vergrösserungen deutlich hervortritt. Der vordere Theil und der ganze innere Rand des Apex (5, 7, 8, Figur 7) sind durchlöchert, und durch die Oeffnungen (12, 13, 13, Figur 9) treten Längsfasern, welche Bündel von circa 0,09 Mm. Länge und

0,04 Mm. Breite darstellen und sich meist nahe den Nervenwurzeln befinden. Der Apex selbst besteht nur aus derbem Bindegewebe mit Gefässen, und seine Dimensionen wurden oben angegeben. Elliptische oder ovale Schlitze für durchtretende Längsfaserbündel finden sich noch im hintern Theile des Caput cornu poster. (5, 7, 8, 12, 13, Fig, 9), wo sie mehr seitlich und selten, nur einzelne in der Mitte liegen (7, 8, Fig. 9). Die kleineren messen circa 0,06 Mm., die grössten 0,12 Mm., und enthalten 10—15 und 20—40 einzelne Fasern von beträchtlicher Stärke: im Mittel 0,013, sonst 0,0089—0,0190 Mm., und Axenbänder von 0,003—0,004 Mm.*)

Ausserdem ist das Hinterhorn charakterisirt durch weisse parallele Streifen, die vom innern Rande unter grossen Bogen (4 und 6, Fig. 9, Fig. 7) das Caput durchsetzen und den Cervix schief in der Richtung gegen den äussern einspringenden Winkel gleichsam abschnüren und so vom Vorderhorn trennen (4. Fig. 7). Diese hellen Faserzüge (6, Figur 7 und 9) sind unzweifelhaft hintere Nervenwurzeln, welche die Richtung nach den Zellenhaufen G und D einschlagen und dort auszustrahlen scheinen. Diese hellen Bündel lassen zwischen und um sich die sogenannte Substantia gelatinosa Rolando und haben eine Breite von 0,025—0,062 Mm. Ich konnte dieselben am äussern Rande oder der äussern Hälfte des Caput überhaupt nicht bemerken. Demnach macht die Substantia gelatinosa Rolando den Hauptbestandtheil der hintern grauen Colonnen aus und besitzt die Eigenthümlichkeit, in der Längsrichtung (des Hinterhornquerschnittes) und parallel den genannten Faserzügen leicht zu spalten, so dass längliche Schlitze (vergl. Fig. 7 und 9) darin bei noch so zarter Behandlung fast constant erscheinen. In dem genannten einspringenden Winkel an der Aussenseite (9, Fig. 7) zwischen Vorder- und Hinterhorn befindet sich eine sehr durchlöcherte Partie, die in der untersten**) und obersten Halsgegend aber gerade vorspringend ist und die ich Seitenhorn nennen will (vergl. Fig. 1 und 5), so dass die graue Substanz hier nur ein Balkennetzwerk darstellt, zwischen welchem rundliche Längsbündel hindurchtreten und gewöhnlich zwei oder drei Reihen bilden. Diese Partie trägt wesentlich zu dem eingeschnürten Ansehen der Basis des Hinterhorns bei, und hier liegt die quere Trennungslinie zwischen Vorder- und Hinterhorn.

Eine nähere Betrachtung des Hinterhorns ergibt im Allgemeinen Folgendes, und zu ihrer Erläuterung dient die Figur 9. Das Trigonum cervicale (b b auch noch in Figur 8) bildet, wie früher angegeben, die hintere Ausstrahlung der grauen Commissur und zeigt deutliche Faserung. Es erscheint in unsern Präparaten dunkelroth und hat ganz das Ansehen von fibrillärem Bindegewebe. Die Faserung ist parallel dem innern Rande. Es besteht, wie sich nur auf Längsschnitten (nach Methode X und II a.) deutlich an den ⊙ ⊙ erkennen lässt, aus unzweifelhaft markhaltigen Nervenfasern von 0,012—0,014 Mm. mit Axenbändern von 0,0032—0,0043, deren Ursprung ich im vordern und äussern Theile der Hinterstränge zu finden glaubte, da in der hintern Commissur die Faseranzahl eine sehr kleine ist, aber ihre Fortsetzung nach hinten deutlich deren Zunahme zeigt. Diese Nervenfasern sind reichlich mit Neuroglia durchsetzt und bieten darum der Beobachtung

*) Man kann deutlich hintere innere Bündel mit feineren und vordere äussere Bündel mit gröberen Nervenfasern unterscheiden. Erstere messen 0,008—0,012 Mm., letztere 0,013—0,017 Mm.

**) Das Seitenhorn der untersten Hals- und obersten Rückengegend trägt in seinen Balken eigenthümliche Zellen und stellt den Stilling'schen Dorsalkern dar, der in Figur 1 deutlich zu sehen und in Figur 16 eigens abgebildet ist.

grössere Schwierigkeiten, ähnlich dem Verhalten der grauen Commissur. Dieses Dreieck enthält beinahe constant gröbere Blutgefässe von 0,035 bis zu 0,10 Mm. Stärke, auf queren Längsschnitten meist in der Faserrichtung liegend (b Fig. 8).

Ungefähr in der Mitte des Cervix cornu poster. befindet sich die kleine Ganglienzellgruppe II, welche gewöhnlich nur 3—7 grosse polyklone Zellen umfasst, deren Längsaxen und lange Ausläufer aber den eintretenden hintern Nervenwurzeln nicht parallel liegen und damit scheinbar gar keinen Zusammenhang haben. Eher schien mir dies mit den Zellenhaufen G und D (Fig. 8 und 9) der Fall zu sein (4—6, Fig. 9). Die Faserzüge der hintern Nervenwurzeln, welche von innen her die Substantia gelatinosa Rolando durchsetzen, bilden drei vordere und drei hintere Bündel, von denen aber nicht immer alle sichtbar sind und zu denen hie und da noch ein siebentes kömmt, und entstehen, wie früher angegeben wurde, aus den Verflechtungen mit den Hintersträngen im hintern äussern Winkel derselben. Diese Bündel von der angeführten Stärke enthalten 40—70 sehr feine Nervenfasern von 0,0042—0,0078 Mm. mit Axenfaden von nur 0,0014 bis 0,0021 Mm. Stärke, die sich, von der Peripherie des Hinterhorns an gerechnet, 0,45—0,53 Mm. tief hinein verfolgen lassen, d. h. bis deutlich in die Nähe des Zellenhaufens G und D im hintern Abschnitte des Vorderhorns.

Die Substantia gelatinosa Rolando ist ein markig-zartes, feingranulirtes Bindegewebe, das den grössten Theil des Caput cornu posterior. ausmacht; denn dieses enthält nach ungefährer Schätzung $1/3$ Nerven und $2/3$ von jener Grundsubstanz. Sie scheint in keiner Richtung eine Faserung zu zeigen, nur ist sie in derjenigen der durchtretenden Nervenbündel leicht zerreissbar, so dass sie bei der zartesten Präparation in schief gewundener Richtung zerklüftet wird. Sie enthält ein sehr reiches Capillarnetz mit gröbern Maschen, die sich am engsten in der Horizontalebene zeigen. Gröbere Blutgefässe von 0,017 Mm. Caliber verlaufen in vertikaler Richtung in den hintern grauen Colonnen in ziemlich regulären Abständen (8, Figur 9) und liegen in länglichen Schlitzen auf Querschnitten frei zu Tage. Diese Schlitzöffnungen mit ihren Gefässstümpfen können leicht für Zellen gehalten werden und messen 0,050 Mm. Länge und 0,021 Mm. Breite. Die angegebenen Bündel von Nervenfasern kommen auf Umwegen von den sensiblen Nervenwurzeln durch die Hinterstränge in das Hinterhorn, und die einzelnen, deutlich markhaltigen Fasern derselben zeigen eine ausserordentliche Feinheit, so dass sie auf Längsschnitten nach Methode V b., die ☉ ☉ zeigend, nur 0,0042—0,0078 Mm. Stärke haben, und die Axenfaden nur 0,0014—0,0021 Mm. Breite messen. Die Substantia gelatinosa ist von ihnen reichlich durchsetzt, so dass man jene in ihr überall bei jeder Art von Quer- und Längsschnitten erblickt, jedoch laufen sie in schon bezeichneten Bündeln (6, Fig. 9) geordnet nach vorn und aussen und bilden keine Art von Flechtwerk, weder unter sich, noch mit fremden Fasern. Ihre Richtung ist bogenförmig nach den Zellenhaufen G und D im hintern Abschnitte des Vorderhorns, und hier fand ich häufig Zellen (sub I b), deren Längsaxen diesen Faserzügen parallel liegen und in welch' letztere die Zellenfortsätze einfliessen (4 und G, Fig. 9). Hier sind aber der Fasern so viele und so ausserordentlich feine, dass die Frage eines Zusammenhanges zwischen Zellenfortsätzen und wahren Nervenfasern hier noch weniger als im Vorderhorne zu entscheiden ist. Ausser Nerven und Gefässen sind noch körnige und

zellige Elemente in die Roland'sche gelatinöse Substanz eingebettet. Es gibt hier eine Unzahl von isolirten Körnern, von granulirtem Ansehen und 0,0041—0,0069 Durchmesser, die innig mit dem feingranulirten Grundgewebe verkittet zu sein scheinen. Dann gibt es Körner von 0,0069 bis 0;0071 Mm. Durchmesser, welche von einem weissen Hofe im Durchmesser von 0,0603 Mm. umgeben sind und den ⊙⊙ sprechend ähnlich sehen; ob es wirkliche Längsfasern sind, die hier im Querschnitte erscheinen, oder nur körnige Gebilde, vermag ich noch nicht zu entscheiden.

Aechte spindelförmige Bindegewebskörper mit Kern von 0,023—0,051 Mm. Länge und 0,009 Mm. Breite finden sich in der gelatinösen Substanz häufig; ebenso ovale Körperchen ohne Kerne von wechselnder Grösse, 0,0162—0,0383 Mm. lang und 0,0071—0,0137 breit, wie die vorigen mit den Längenaxen in der Richtung der Nervenfaserzüge gelegen. In einigen, namentlich obern Gegenden des Halsmarkes finden sich auch kleine polyklone Ganglienzellen von 0,021—0,030 Mm. Grösse, die ich unter II., pag. 145, rubrizirt habe, deren Längsaxen ebenfalls der Faserrichtung parallel sind. Diese Körner und Zellen sind in meinen Präparaten dunkelroth gefärbt und stechen daher von der zart röthlichen gelatinösen Substanz ziemlich ab.

Der Apex cornu posterioris (c Fig. 7, 10, 11, 12, 13, Fig. 9) ist aus fibrillärem Bindegewebe gebildet und in unsern Präparaten dunkelroth gefärbt. In ihm finden sich beinahe constant zwei bis drei starke Balkenstrahlen, die an der Peripherie einen dickern Anfang haben, aus derbem Bindegewebe bestehen und gewöhnlich Träger grösserer Gefässe sind. Die Faserrichtung der Hornspitze ist gestreckt parallel der Mittelebene derselben. Zwischen den Bindegewebsfächern steigen nicht selten Längsfasern der Hinterstränge auf- oder abwärts und erscheinen als ⊙⊙ in langen schmalen Reihen. Letztere mögen ¼, seltener ⅓ des Apex ausmachen, und ihre Durchmesser sind durchschnittlich 0,010 mit Axenfaden von 0,003 Mm., und gehören wahrscheinlich den Seitensträngen an. Die langgestreckten Felder (12 und 13, Fig. 9) am innern Rande des Apex enthalten ⊙⊙ von 0,0127—0,0169 Mm. mit Axenfaden von 0,00339—0,00381 Mm., welche Nervenfasern dem hintersten und äussersten Theile der Hinterstränge wahrscheinlich angehören. Das Bindegewebe des Apex verliert sich am Kopfe des Hinterhorns allmälig, indem es sich als gefässtragende Balken in der Substantia Rolando auflöst. Am äussern Rande und an der hintern Peripherie hängt die Bindemasse mit Balkenstrahlen, der Rindenschicht und endlich durch grobe Gefässe mit der Pia mater selbst zusammen. Es hat wahrscheinlich keine andere Bedeutung, als dem Hinterhorn als Gerüste und den Nerven und Gefässen als leitende Balken zu dienen und so namentlich die Ernährung durch Blutzufuhr zu erleichtern.

Die hintern Nervenwurzeln wurden in dem Vorhergehenden schon häufig erwähnt, wodurch ihr Verhalten auf dem Querschnitte schon hinlänglich bezeichnet ist. Die obere und innere Hälfte (15, 15, Fig. 9) geht auf- oder abwärts in den Hintersträngen in die Längsrichtung über, die untere und äussere Hälfte (16 und 21, Figur 9) geht zur Hälfte nach kurzem Verlaufe durch den Hinterstrang in den hintersten Theil des Caput cornu poster., zur Hälfte (15, 16, 17, 22 der Figur 9) auf grössern Umwegen sich mannigfach mit den Fasern der Hinterstränge sich schief auf- und abwärts verflechtend (bei 6 und 22, Fig. 9), um sich mehr nach vorn von der einen Seite in das Hinterhorn zu begeben.

# Uebersicht der Grössenverhältnisse der Elemente in der grauen Substanz.

| | Millimètres. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Mittel. | Minim. | Maxim. | Axenfaden. |
| **Vordere Commissur.** | | | | |
| Polygonale Zellen auf der vordern Fläche. Durchm. | 0, 024 | 0, 017 | 0, 031 | — — |
| Höhe . | 0, 027 | 0, 025 | 0, 030 | — — |
| Querlaufende Nervenfasern (eigtl. Commissurenfasern) | 0, 014 | 0, 007 | 0, 020 | 0,0024 bis 0,0048 |
| Längsfasern . . . . . . . . . . . . . . . | 0, 017 | 0, 010 | 0, 024 | 0,0028 „ 0,0035 |
| **Hintere Commissur.** | | | | |
| Querlaufende Nervenfasern . . . . . . . . . . | — | 0,0069 | 0,0085 | 0,0045 „ 0,0055 |
| Vereinzelte Längsfasern . . . . . . . . . . . | 0,0077 | 0,0048 | 0,0051 | 0,0029 „ 0,0038 |
| Körner . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,0049 | 0, 005 | 0, 006 | — — |
| **Centrum.** | | | | |
| Pallisadenepithel des Centralkanals. Durchm. . . . | 0, 013 | 0, 010 | 0, 015 | — — |
| Länge . . . | 0, 027 | 0, 017 | 0, 037 | — — |
| Durchmesser des geschrumpften Zelleninhalts . . . | 0, 008 | 0, 006 | 0, 010 | — — |
| Ependymfasern . . . . . . . . . . . . . . | 0,0046 | — | — | 0,0031 „ 0,0062 |
| Körner . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 0,0069 | 0, 010 | — — |
| Zweifelhafte Zellen . . . . . . . . . . . . . | — | 0, 007 | 0, 027 | — — |
| Punkte . . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | — | — | 0, 002 — |
| **Vorderhorn.** | | | | |
| I. a. Grosse polyklone Ganglienzellen. Länge . . | 0, 068 | 0, 042 | 0, 089 | — — |
| Breite . . | — | 0, 026 | 0, 048 | — — |
| Rundliche . | 0, 063 | — | — | — — |
| Zellenfortsätze der Ausläufer. Länge . . . . . | 0, 102 | 0, 072 | 0, 171 | — — |
| Breite derselben, eine Zellenlänge davon entfernt . | — | — | — | 0,0047 „ 0,0068 |
| Zellenkerne . . . . . . . . . . . . . . . . | 0. 020 | 0, 016 | 0, 024 | — — |
| Nucleoli . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0, 006 | — | — | — — |
| I. b. Lange polyklone Zellen. Länge . . . . . | 0. 092 | 0, 072 | 0, 112 | — — |
| Breite . . . . . | 0, 023 | 0, 016 | 0. 031 | — — |
| Zellenfortsätze oder Ausläufer. Länge . . . . . . | 0, 259 | 0, 158 | 0, 381 | — — |
| Breite derselben 2 Zellenlängen vom Körper entfernt | — | — | — | 0,0028 „ 0,0052 |
| Stärkste Nervenfasern . . . . . . . . . . . . | 0, 016 | 0, 015 | 0, 018 | 0,0030 „ 0,0041 |
| Mittelstarke „ . . . . . . . . . . . . | 0, 014 | 0,0137 | 0,0171 | 0,0028 „ 0,0031 |
| Feinste Fasern . . . . . . . . . . . . . . . | 0. 056 | 0,0044 | 0,0068 | 0,0015 „ 0,0019 |
| Körner . . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 0,0058 | 0,0072 | — — |
| Feinste Capillaren, Durchmesser . . . . . . . | 0,0075 | 0,0069 | 0,0085 | — — |
| **Hinterhorn.** | | | | |
| I. a. Grosse polykone Ganglienzellen . . . . . | 0, 049 | 0, 039 | 0, 059 | — — |
| II. Kleine dito. . . . . . . . . . . . . . . | 0. 026 | 0, 021 | 0, 032 | — — |
| III. Ovale Körperchen (Zellen) . . . . . . . . | 0, 027 | 0, 016 | 0, 038 | — — |
| Bindegewebskörperchen . . . . . . . . . . . | 0, 036 | 0. 020 | 0. 051 | — — |
| Körner . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,0055 | 0,0041 | 0, 007 | — — |
| Nervenfasern der Längsbündel im Caput cornu post. | 0, 013 | 0,0089 | 0,0190 | 0,0031 „ 0,0043 |
| ⊙ ⊙ inmitten des Apex cornu poster. . . . . . | 0. 010 | 0,0063 | 0,0163 | 0,0029 „ 0,0041 |
| ⊙ ⊙ in Längsbündeln ebenda am innern Rande . | 0.0146 | 0,0123 | 0.0169 | 0,0033 „ 0,0038 |
| Querfasern des Trigonum cervicale . . . . . . | 0,0129 | 0,0113 | 0,0146 | 0,0032 „ 0,0043 |
| Hintere Wurzeln in der Tiefe der Substant. gelatin. Rolando . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,0060 | 0,0042 | 0,0078 | 0,0014 „ 0,0021 |
| **Seitenhorn.** | | | | |
| Elliptische Zellen des Stillingschen Dorsalkernes. Länge | 0, 032 | 0, 025 | 0, 038 | — — |
| Breite | 0, 015 | 0, 008 | 0, 021 | — — |
| In die Seitenstränge ausstrahlende Nervenfasern . . | 0, 013 | 0, 012 | 0, 014 | 0,0027 „ 0.0029 |
| Fasern der Längsbündel . . . . . . . . . . | 0,0103 | 0,0069 | 0,0137 | 0,0029 „ 0,0031 |

Indem die vorhergehenden Betrachtungen die weisse und graue Rückenmarkssubstanz vom Halstheile mehr im Allgemeinen betrafen, wurden mittlere Verhältnisse dabei im Auge gehalten; es bleibt nun noch übrig, eine vergleichende Betrachtung der Querschnitte in verschiedenen Höhen des Halstheils folgen zu lassen und ich beschränke mich dabei auf blos fünf verschiedene Höhenabschnitte.

Querschnitt in der Höhe des VIII. Halsnerven (Fig. 1 und 16).

Derselbe erscheint mehr rundlich, zeigt eine schwache Andeutung des Sulcus lateralis anter. und einen deutlichen Sulc. lat. poster. Die graue Substanz zeigt einen sehr geringen Flächeninhalt im Verhältnisse zur weissen Substanz. Stilling nimmt hier $^2/_5$ an, während ich sie auf $^1/_5$ schätzen möchte.*) Vorder- und Hinterhorn erscheinen ziemlich schlank, hingegen tritt hier das Seitenhorn auf, welches Träger des Stilling'schen Dorsalkernes ist, den ich der Kürze wegen als Zellenhaufen G bezeichnet habe, und in dem ich 12—28 Zellen zählte, je nach der Höhe. Die Zellen sind ganz eigenthümlich: Einmal sind sie kleiner als gewöhnliche Ganglienzellen, messen nur 0,025—0,038 Mm. in der Länge und 0,008—0,021 Mm. Breite, sind oval, elliptisch, seltener spindelförmig und haben höchstens zwei Fortsätze in entgegengesetzter Richtung, parallel der Längsaxe (in Fig. 16 ist dieses Seitenhorn dargestellt). Ferner ist die Einlagerung der Zellen eine ganz eigenthümliche, indem die Mehrzahl in den Balkenstrahlen liegen ($\beta \beta \beta$ Fig. 16), während die andern an der Peripherie des Mittelhorns nahe dem Rande sich befinden. Nirgends in der grauen Substanz erscheint eine so nahe Beziehung zu Längsbündeln, wie hier, indem die Zellen, welche oft die ganze Breite der Balkenstrahlen des Seitenhorns einnehmen, die Längsbündel ($\gamma \gamma$ Fig. 16) oft dicht berühren. Letztere enthalten Fasern von 0,0084 Mm. im Mittel (sonst 0,0069—0,0137 Mm.) mit Axenfaden von 0,0029—0,0041 Mm. Stärke.

In dem schmalen, nach vorn fast regelmässig abgerundeten Vorderhorne sind die Zellenhaufen C und A deutlich ausgesprochen; im Hinterhorne die ärmern Haufen H und N. Beispielsweise gebe ich 13 Zählungen der Zellenanzahl aus dieser Höhe:

| Zellenhaufen | | | | | | | | | | | | | | Mittel **) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 6 | 11 | 13 | 10 | 8 | 7 | 9 | 9 | 11 | 13 | 14 | 14 | 9 | 13 |
| C | 5 | 4 | 0 | 8 | 7 | 5 | 3 | 6 | 5 | 5 | 6 | 9 | 5 | 5 |
| G | 0 | 0 | 18 | 12 | 18 | 13 | 22 | 16 | 16 | 28 | 24 | 20 | 19 | 19 |
| H | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 5 | 12 | 5 | 8 | 7 | 8 | 3 | 7 |

woraus sich ähnliche Schlüsse ziehen lassen, wie früher angegeben wurde. Die Gruppen H und N im Hinterhorne fehlen öfter, zeigen hingegen deutlicher jene ovalen und spindelförmigen Körper von 0,027—0,038 Mm. Die Hörner dieser Gegend sind wegen ihrer Armuth an Elementen ganz zu Untersuchungen geeignet und zeigen neben schönen Zellen oft ein klares Bild der Faserungen. Häufig findet man hier ein Ringgefäss um die Zellenhaufen A und im hintersten Theile des letztern

*) Meine erste Figur entspricht der entsprechenden Stilling'schen (Fig. 6, Tafel II) von derselben Höhe gar nicht; am ähnlichsten erscheint mir Fig. 7 und 8 derselben Tafel, welche dem ersten und zweiten Dorsalnerven entsprechen.

**) Diese Mittel stimmen natürlicherweise nur annähernd mit denen auf pag. 147 erwähnten überein.

sind die spindelförmigen, grossen Zellen nicht selten, deren Ausläufer in Faserbündel einfliessen. Die Bahnen der vordern Nervenwurzeln umkreisen namentlich die Gruppe A; während ein Faserzug an der innern Peripherie des Vorderhorns sehr deutlich ist, sind die Hauptbahnen in seitlicher Richtung weniger deutlich, obschon es an Bahn bezeichnenden Gefässen nicht fehlt. — Der Centralkanal ist nicht selten kreisrund, stellenweise sehr eng.

Ich empfehle Querschnitte aus dieser Gegend namentlich zu anfänglichen Untersuchungen, da beinahe alle Partien, selbst Hinterhörner und hintere Wurzeln nicht ausgenommen, hier grosse Einfachheit zeigen.

Querschnitt in der Höhe des V. und VI. Nervus cervicalis: Halsanschwellung (Fig. 2, 7 und 8).

Wir können uns hier um so kürzer fassen, als das Meiste der allgemeinen Betrachtungen sich mehr auf diese Gegend bezog und grössere Abbildungen von Vorder- und Hinterhorn, Centralpartie etc. speziell von dieser so wichtigen Gegend herrühren. Während der Rückenmarksquerschnitt von der Höhe des achten Halsnerven nur 10—10,5 Mm. Breite und 8—9 Mm. Tiefe hatte, zeigt er an der Halsanschwellung circa 15 Mm. Breite und 8 Mm. Tiefe, ist also mehr elliptisch. Die graue Substanz misst im Flächeninhalt gut $\frac{1}{3}$ der ganzen Querschnittfläche und zeigt stark ausgebildete Hörner.

Namentlich sind die Vorderhörner stark ausgebildet und zeigen überhaupt die grösste Stärke nebst der grössten Anzahl zelliger Elemente und Faserungen. Das Vorderhorn ist vorn breit, dreilappig und die motorischen Wurzeln entspringen vom innern bis zum mittlern Lappen, während der äussere und grösste Lappen meist nur mit Zellenhaufen erfüllt ist. Im Vorderhorne sind hier fünf Hauptzellenhaufen wahrzunehmen: A, B, C, D, E, deren Zellenmenge durch folgende zehn Zählungen gezeichnet werden soll:

| Zellenhaufen | | | | | | | | | | | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 18 | 42 | 38 | 40 | 28 | 43 | 35 | 22 | 28 | 58 | 35 |
| B | 9 | 15 | 21 | 16 | 12 | 10 | 17 | 14 | 16 | 18 | 15 |
| C | 16 | 10 | 12 | 14 | 7 | 15 | 5 | 16 | 18 | 9 | 12 |
| D | 52 | 33 | 40 | 16 | 50 | 34 | 38 | 67 | 48 | 39 | 41 |
| E | 9 | 13 | 18 | 30 | 12 | 18 | 24 | 16 | 17 | 15 | 17 |
| | | | | | | | | | | | 120 |

so dass also Gruppen bis zu 67 Zellen angetroffen werden und ein Vorderhorn allein auf einem Querschnitte über 120 bis zu 160 Ganglienzellen enthalten kann. Freilich zeigt sich auch hier oft ein wechselndes Ergänzungsverhältniss, für das folgende fünf Zählungen als Beispiele genügen mögen:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zellenhaufen | A | 19 | 63 | 21 | 58 | 61 | Im Vorderhorn einer Seitenhälfte. |
| » | D | 58 | 39 | 70 | 49 | 48 | |
| » | C | 15 | 18 | 5 | 0 | 18 | |
| » | B | 12 | 22 | 10 | 3 | 0 | |
| » | E | 9 | 19 | 9 | 0 | 10 | |
| | Summen | 113 | 161 | 115 | 110 | 137 | Mittel: 128 Zellen. |

Ausserdem käme noch der Zellenhaufen F in Betracht, der zwar nicht ganz constant erscheint. Er enthält gewöhnlich 8—10 Zellen. Die grossen Gruppen A und D sind gewöhnlich in 2—5 kleinere getrennt, deren Zellenzahl in den Abbildungen zu ersehen ist.

Die verschiedenen Arten von Nervenbahnen und ihre gegenseitigen Kreuzungen sind die bereits angegebenen und auf den Figuren 7 und 8 abgebildeten.

So sehen wir die vordern Nervenwurzeln (a a' a'' Fig. 8) hier in durchschnittlich 5—8 Bündeln von circa 0,03—0,05 Mm. Breite, bogenförmig mit der Convexität nach innen durch die Vorderstränge laufen, um sich in die Vorderhörner einzupflanzen (vergl. Fig. 7 und 8). Gleich bei ihrem Eintritte, oft noch vorher, theilt sich jedes Bündel in ungefähr drei kleinere, von 0,010 bis 0,017 Mm. Breite, die sich mit benachbarten kreuzen und häufig isolirte Längsbündel (2 2 2 Fig. 8) von den Vordersträngen senkrecht zwischen sich durchpassiren lassen. An der vordern Peripherie des Vorderhorns divergiren die Fasern der einzelnen kleinern Bündel und gehen in verschiedenen Richtungen nach hinten in's Vorderhorn. Einige davon bilden Zellenhaufen umspinnende Nervenbündel für die Gruppen C, F, B und E (ik, ik, ik Fig. 8 und 10) und mögen ¼ der vordern Wurzeln betragen; ein zweites Viertel gelangt in die Hauptnervenbahn ($\gamma\gamma\gamma$ Fig. 7 und 8), welche von der innern, vordern Ecke des Vorderhorns bogenförmig nach aussen (die Convexität nach hinten) zwischen den Zellenhaufen E und A hindurch streicht und zum Theil durch die Balkenstrahlen in die Seitenstränge gelangt. Das dritte Viertel gelangt in die Hauptbahn ($\beta\beta$ Fig. 7 und 8), welche schief das Vorderhorn durchzieht, theils Seitenfasern an die Zellenhaufen A und D abgibt, theils mehr nach hinten sich bis in die Gegend des Seitenhorns verfolgen lassen. Das letzte Viertel endlich gelangt in die Nervenbahn am innern Rande des Vorderhorns ($\alpha\alpha$ Fig. 7 und 8), in welche die Commissurenfasern grösstentheils übergehen. So entstehen die mannigfachen Kreuzungen, welche die Faserungen im Innern des Vorderhorns bilden und so schwer entwirrbar erscheinen. Es gibt Präparate, bei denen einzelne Nervenfaserzüge der Hauptbahnen (namentlich Bahn $\beta\beta$) bis auf 1,03 Mm. und selbst 1,15 Mm. Länge, als continuirliche Züge sich verfolgen lassen. Die Beziehungen der Faserbündel zu den Zellenhaufen wurden schon oben angegeben und es sei nur noch erwähnt, dass die gerade dem Nerveneintritt zunächst liegenden Zellenhaufen C, B, F am wenigsten Fasern von den centralen Nervenwurzeln erhalten. Es scheint vielmehr, dass die centralen Nervenbahnen nur auf Umwegen und erst nach vorgängigen Umschlingungen anderer Zellengruppen dahin gelangen, wo sie entweder ihren wahren Ursprung oder ihre Communicationen haben; so dass sie in physiologischer Beziehung (nebst andern) durch eine Art Inductionswirkung theils Impulse, theils Modifikationen ihrer vitalen Funktionen erhalten können und die theils von den Zellenhaufen als Ganze, theils von den einzelnen Ganglienzellen selbst ausgehen müssen. Ein so einfacher Mechanismus, wie ihn neuerlich Schröder van der Kolk u. A. abbildeten und wo die Zellen mit den nächsten, besten Nervenfasern zusammenhängen sollen, scheint mir durchaus nicht vorzukommen, und es sind mir nie Bilder erschienen, die damit auch nur entfernte Aehnlichkeit gehabt hätten. Wie angeführt, schien mir der hintere Theil des Zellenhaufens D sowohl mit den vordern, als mit den hintern Nervenwurzelbahnen in innigste Berührung zu treten, während die übrigen Zellengruppen mehr nur indirect damit in Beziehung kommen. Der Zellen-

haufen C scheint Beziehung zu den Commissurenbahnen E und B mit dem zweiten Viertel der vordern Wurzelbahnen und F mit derselben Bahn aus den Seitensträngen zu haben.

Das Hinterhorn hat in dieser Gegend die grösste Ausbildung (Fig. 7 und 9). Sein Cervix misst 0,87 Mm., sein Caput 1,25 Mm., sein Apex aber nur 0,7—0,5 Mm. als Maxima der Breite, während die hintern Nervenwurzeln auf diesen Querschnitten 0,47—0,53 Mm. Breite messen. Von grossen Zellen reicht noch die Gruppe II oft tief nach hinten und meist ragt der hinterste Theil des Zellenhaufens G und D bis gegen die Substant. gelatinosa Rolando zurück. Ovale, elliptische und spindelförmige Zellen nebst Bindegewebskörperchen sind hier häufig anzutreffen. *)

Zu erwähnen sind noch die Bündel querdurchschnittener Längsfasern (5 und 7 Fig. 9), die so scharf hervortreten und besonders starke Fasern zeigen. Doch darüber Näheres bei der Betrachtung der Querschnitte vom Nervus cervicalis IIIius.

Querschnitte von der Höhe des vierten Halsnerven (Fig. 3).

Die Figur des Querschnittes ist längs elliptisch; der quere Durchmesser hat 15—16 Mm., der tiefe 7½ Mm. Die Configuration der grauen Hörner hat sehr grosse Aehnlichkeit mit der an der Halsanschwellung. Das Vorderhorn ist breit und hat noch eine Andeutung der drei Lappen, nur sind diese abgeflacht und der vordere Rand nähert sich mehr einer geraden Linie. Das reichliche Netzwerk des Seitenhorns beginnt mehr nach vorn und füllt den grössten Abschnitt zwischen dem äussersten Zipfel des Vorderhorns und dem cervix cornu posterioris aus. Die Hinterhörner weichen mehr seitlich auseinander und sind schlanker. Der Apex cornu poster. ist sehr schmal und misst nur noch 0,058—0,117 Mm., während die hintern Nervenwurzeln 0,175—0,257 Mm. Breite besitzen. Am hintersten Theil des Apex treten an seiner äussern Seite zackige Bindegewebsmassen auf, die an der Peripherie die gröste Breite haben und Zacken nach vorne senden, welche ich der Kürze halber Spitzenkappe nennen will. Diese Bildung besteht, wie der Apex cornu posterior., aus fibrillärem Bindegewebe, mit der Faserrichtung parallel der Axe des Apex und ist in unsern Präparaten schön roth gefärbt. Eine Andeutung der Spitzenkappe findet man schon in der untersten Halsgegend, indem sich dort ausserhalb des Apex an der Rückenmarkperipherie eine verdickte Randpartie mit vorwärts stehenden Zacken erkennen lässt, die intensiv roth gefärbt erscheint. In der Halsanschwellung (Fig. 2, 7 und 9) findet man schon ein deutlicheres Vorkommen (14 und 10 der Fig. 9), indem der Apex cornu posterioris zweiseitliche Bindegewebsausläufer nach aussen sendet, von denen der hintere die Peripherie bildet, während der vordere in den Seitenstrang hineinragt. Beide stehen durch Balken mit einander in Verbindung und die nach vorn gerichteten Zacken fasern sich in feine Balkenstrahlen aus. Hier nun, auf der Höhe des vierten Cervicalnerven, ist die Spitzenkappe schon mehr ausgebildet, während der Apex cornu posterioris, mit dem sie sich gleichmässig verästelt (Fig. 3), dünner und zarter zu werden beginnt. Man sieht ihn nämlich gegen das Caput cornu posterior. zu zartbalkiger werden und mehr ⊙ ⊙ von Längsfasern in sich

*) Den, den Bauch des Hinterhorns umspinnenden Faserzug, den Schröder van der Kolk (Fig. 10. Taf. III k h) am Ochsenrückenmarke abbildet, habe ich auch nicht selten am Kalbsrückenmarke gesehen und ihn in Fig. 5 der authographirten Tafeln abgebildet. Beim Menschen sah ich nur hie und da am innern Bauche des Hinterhorns eine schwache Andeutung (vergl. 21, 6, 22 Fig. 9) desselben.

schliessend. In den Balken laufen meist 2—3 stärkere Gefässe in gestrecktem Verlaufe zum Caput.

Im Vorderhorne sehen wir sechs Zellenhaufen constant auftreten, von denen die Gruppen A, B, C, D, E die schon bekannten sind. Nun tritt noch die grosse Gruppe K hinzu, welche mehr nach innen von der Gruppe D liegt und eine stärkere Ausbildung des hintern und innern Theils derselben genannt werden könnte. Folgende acht Zählungen genügen, um eine Vorstellung von der Reichhaltigkeit der Elemente zu geben:

| Zellenhaufen | | | | | | | | | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 12 | 15 | 18 | 16 | 28 | 12 | 10 | 13 | 15 |
| B | 15 | 20 | 18 | 15 | 17 | 8 | 12 | 10 | 14 |
| C | 14 | 22 | 20 | 15 | 16 | 18 | 10 | 11 | 16 |
| D | 18 | 13 | 5 | 7 | 8 | 6 | 9 | 10 | 19 |
| E | 18 | 13 | 9 | 22 | 6 | 10 | 11 | 9 | 12 |
| K | 19 | 20 | 18 | 27 | 24 | 24 | 17 | 21 | 21 |

Daraus ergibt sich die Abnahme der Zellenanzahl gegen der Halsanschwellung, die ungefähre Gleichmässigkeit der einzelnen Gruppen, mit dem Maximum in K mit 27 Zellen und dem Minimum 5—8 der Gruppen E und B. Auch hier hat noch der Zellenhaufen D das Uebergewicht über A u. s. f. Zwischen den Zellenhaufen sind breite Nervenbahnen sichtbar, von denen die Hauptbahnen $\beta$ und $\gamma$ besonders ausgebildet sind. Die Zellen im Haufen C sind häufig schön kreisförmig angeordnet, während die Haufen A, B und E mehr längliche Ellipsen bilden. Die Haufen D und namentlich K zeigen mehr als anderswo besonders deutliche Längsrichtung der Zellenaxen mit vorwiegend langgestreckten Zellen (sub I. b).

Nirgends sah ich so lange Ausläufer der Ganglienzellen, als hier; so fand ich z. B. Zellen der Gruppe K von 0,04—0,08 Mm. Länge mit Fortsätzen von 0,20 bis auf 0,33 Mm. Länge deutlich verfolgbar, also selbst bis zur vierfachen Zellenlänge; am Ende von noch deutlich 0,00240 bis 0,00171 Mm. Breite, die eben so stark lichtbrechend und eben so roth gefärbt erscheinen, wie Axenfaden, und dennoch sah ich sie sich zuspitzen oder unter andern Fasern sich dem Auge entziehen. Jedenfalls schlagen diese Fasern die Richtung der Nervenfaserzüge aller drei Klassen ein, um schliesslich in einer gewissen Entfernung in ihrem Parallelismus aufzugehen. Ich glaube erst dann an einen directen Uebergang von Zellenfortsätzen in wahre Nervenfasern, wenn es mir gelungen sein wird, Stellen zu finden, in denen sich ein wahrer und wo möglich langer Zellenfortsatz so nach der Schnittebene des Präparates aufbiegt, dass sein abgeschnittenes Ende senkrecht oder etwas schief sich als ⊙ Bild präsentirt, da ich entschieden alle Nervenfasern der grauen Substanz für markhaltige erklären muss. Es ist mir dies bis zur Stunde noch nicht gelungen; allein es ist möglich, dass man dennoch solche Partien finden kann, sei es in schiefen oder sei es in Längsschnitten, wo dieses Verhalten zur Evidenz wird.*)

---

*) Es könnten vielleicht gerade die allerfeinsten ⊙ ⊙ in der grauen Substanz, die ich in Fig. 17 mit 8, 8, 8, 8 bezeichnete und welche in der Längsansicht als 17, 17. 17 erscheinen, den Zusammenhang mit den feinsten Enden der Zellenausläufer darstellen, da ihre Axenfaden nur 0,0014—0,0021 Mm. messen und welche Breite so ziemlich mit

Im Hinterhorne sind die Häufchen jener kleinen Zellen etwas beträchtlicher, so dass die Gruppen H nahe dem Seitenhorn, N weiter hinten und nahe dem äusern Rande des Caput cornu posterioris als schwache Andeutungen auftreten.

In dieser Höhe war der Centralkanal constant obliterirt.

Die dunkeln Keile der Hinterstränge sind hier beständig in der Weise zu erkennen, wie es oben angedeutet wurde.

Querschnitt von Nervus cervicalis IIIius (Fig. 4).

Die Form desselben ist dem Querschnitte der Halsanschwellung ähnlich, elliptisch, vorn convex; 14 Mm. Querdurchmesser, 8 Mm. Tiefendurchmesser. Die graue Substanz ist viel schwächer entwickelt als in der vorhergehenden Höhe, indem namentlich die Vorderhörner weniger Breite zeigen. Der vorderste Theil des Vorderhorns ist seine innere Ecke, die sich hier der vordern Längsspalte mehr nähert, so dass die vordern Colonnen der grauen Substanz von beiden Seiten nach der Mitte convergiren und eine solche Richtung haben, dass ihre Axen auf dem Querschnitte beinahe in der Verlängerung derjenigen der Hinterhörner liegen.

Von den Zellenhaufen sind namentlich fünfe constant: C, B, E, A und L, von denen letzterer neu auftritt und 15—25 Zellen in sich schliesst. L liegt in der Mitte des vordern Abschnittes des Vorderhorns, hinter C und innerhalb B und E, und stellt einen abgerundeten, ganz isolirten Haufen dar. Häufig erscheinen einzelne Zellen der Gruppen F und D. Die sechs Zählungen, welche auf pag. 147 aus dieser Höhe angegeben sind, zeigen das Grössenverhältniss.

Neu erscheint hier die Gruppe L, welche zwischen der Vorderhornspitze C und dem Seitenhorne in einer geraden Linie liegt und wobei gestreckte Faserzüge an der innern Seite von dem Haufen A in die sehr starken Balkenstrahlen des Seitenhorns ziehen, so dass es den Anschein hat, als strahlen hier eine grosse Menge Nervenbündel aus dem Vorderhorne in die Seitenstränge. Die Ganglienzellen der Haufen L und A liegen mit den Längsaxen parallel diesen Faserzügen und sind reich an langen Fortsätzen in der Horizontalebene. So kommt es denn hier auch vor, dass polyklone Zellen in Kreuzungspunkten solcher Balkenstrahlen liegen*) und deutlich Fortsätze durch sie in die Peripherie schicken. Zellen im hintern Theile des Haufens A zeigen sich ganz schmal spindelförmig, während sie auf Längsschnitten gross und breit erscheinen. Hier beginnen nun schon die Zellenausläufer sich mehr zu verästeln, als in den untern Rückenmarkspartien, und im Vorderhorne treten auf dem Querschnitte viel mehr ⊙ ⊙ von verschiedener Stärke auf. Diese erscheinen theils einzeln, theils in Gruppen zu 4—6, hin und wieder selbst von 25 feinern Fasern; theils hinter den Zellenhaufen C und B, theils inmitten derselben. Die gröbsten ⊙ ⊙ messen 0,011 bis 0,015 Mm. mit Axenfaden von 0,004 Mm. und stehen einzeln, zu zweien, höchstens zu dreien. Die feinsten ⊙ ⊙, welche immer in Gruppen von 8—15 und mehr stehen, haben eine Stärke von

---

den verfeinerten Zellenfortsätzen übereinstimmt. Wie früher erwähnt, schienen mir diese allerfeinsten ⊙ ⊙ in den Zellenhaufen D und K, den hintern Nervenwurzeln anzugehören.

*) Unter andern führe als Beispiel eine Zelle an, die 0,05 Mm. lang, 0,021 Mm. breit, sechs Ausläufer von 0,08—0,22 Mm. hat, von denen vier nach verschiedenen Richtungen in Balkenstrahlen peripherisch ausstrahlen und zwei kürzere sich nach dem Centrum zu verästeln.

0,0063—0,0084 Mm. mit Axenfaden von nur 0,0022—0,0030 Mm. Eigenthümlich ist ferner das Vorkommen sehr starker Axenfaden in den Bündeln der Vorderstränge, welche vorn im Vorderhorn an der Grenze gelegen sind. Bündel von 28 Fasern enthalten 2—3 starke Axenfaden von 0,008 Mm. bei einem ⊙-Durchmesser von höchstens 0,017 Mm., während die Mehrzahl der Fasern daneben nur 0,005 Mm. betragen und Axenfaden von nur 0,002 Mm. enthalten. *)

Bei dieser Gelegenheit erwähne ich noch die isolirten Längsbündel im vordern und äussern Theile des Hinterhorns, die fast überall am Halsmarke bemerkt und sich durch sehr starke Axenfaden auszeichnen. Diese stark in die Augen springenden Bündel, kreisrund oder elliptisch, von 0,190—0,26 Mm. Durchmesser, liegen nahe dem Seitenhorn im Cervix cornu posterioris, näher dem äussern Rande und erscheinen schon bei den schwächsten Vergrösserungen als distinkte ⊙ ⊙, während die benachbarten Längsgruppen der Seitenstränge nur schwer bemerkbar sind. Letztere enthalten in länglichen oder unregelmässigen Polygonen circa 25—40 Fasern von 0,007—0,010 Mm. Stärke mit Axenfaden von 0,003—0,004 Mm., während die erstern schön abgeschlossene Bündel von 80—140 Fasern darstellen, deren Stärke 0,013—0,017 Mm. beträgt und die Axenfaden von constant von 0,0059 oder 0,0061 Mm. Stärke enthalten. **) Von diesen Bündeln fand ich keine Andeutung in der untersten Partie des Halstheiles, aber sie erscheinen schon unter der Halsanschwellung und in dieser selbst ganz ausgebildet (wie in Fig. 7 und 9 als 5 und 13 bezeichnet), näher dem äussern Rande. Nahe dem vierten Halsnerven nimmt deren Anzahl ab, während die einzelnen Bündel grösser werden, und auf der Höhe des dritten Halsnerven fand ich häufig nur ein einziges grosses Bündel (von 0,22 Mm. Durchmesser) im äussersten Theile des Cervix.

Die dunkeln Keile sind hier ebenfalls schön ausgeprägt und können hier besonders gut zur Untersuchung dienen.

Der Apex cornu posterioris, so wie die sich mehr entwickelnde Spitzenkappe, geben hier Gelegenheit zur bessern Uebersicht der hintern Nervenwurzeln. Der Centralkanal ist auf dieser Höhe noch obliterirt. Das eigenthümliche Epithel an der hintern Wand der vordern Längsspalte ist noch deutlich vorhanden, und die Kreuzungen in der vordern Commissur nehmen zu, auch treten darin mehr Längsbündel aus den Vordersträngen auf.

Querschnitt von der Höhe des ersten Halsnerven (Fig. 5 und 14).

Diese Gegend bietet ein ganz anderes Ansehen, als in den übrigen Höhen und es treten hier schon zum Theil complicirtere Verhältnisse auf.

---

*) Die Zeit reichte nicht hin, das Studium der verschieden starken ⊙ ⊙ mehr auszudehnen, aber ich erwarte davon wichtige Aufschlüsse; denn in einzelnen weissen Strängen und Längsbündeln sind alle Axenfaden annähernd gleich stark, während sie an gewissen Stellen variiren, wie schon zum Theil die Tabelle p. 138 zeigt. Vergleicht man deren Häufigkeit und die Orte des Vorkommens gleich starker Axenfaden, so erwachsen daraus mit der Zeit noch mehr und genauere Angaben über den Faserverlauf im Marke (vergl. Fig. 11, 12 und 17).

**) Diese Bündel sind wahrscheinlich die von Kölliker und Clarke angeführten umbiegenden hintern Wurzelfasern. Wie und wo sie umbiegen, kann auf Querschnitten nicht ermittelt werden, da man hier nur ⊙ ⊙ und keine schief angeschnittenen Fasern findet. Einstweilen bemerke ich nur, dass die Axenfaden der Fasern aus den hintern Wurzeln nur zwischen 0,0030—0,0050 Mm. betragen. Auf Längsschnitten hoffe ich die Lösung dieses Räthsels zu finden.

Die Figur des Durchschnittes ist mehr kreisrund, von 10—11 Mm, Durchmesser und alle Sulci sind verschwunden. Die vordere Längsspalte ist kurz 2,5 Mm. und schmal, mit hinten nicht verbreitertem, sondern einfach abgerundetem Grunde (vergl. Fig. 14). In der innersten Partie der Vorderstränge treten die weissen Keile als Beginn der Pyramidenkreuzung auf. Die Vorderhörner sind abgerundet, ähnlich der untersten Halsgegend, nur etwas stärker. Das Seitenhorn ist stark entwickelt, stärker als in der untersten Halsgegend, und seine Richtung ist mehr schief nach hinten (als Andeutung der Accessoriusbahn). Der Körper des Hinterhorns ist verschwunden, während die hintern Colonnen, selbst verschmälert, seitlich noch mehr auseinander weichen. Die Spitzenkappe tritt als ausgebildete Masse an der äussern Seite der hintern Nervenwurzeln auf und bildet so scheinbar einen kolbigen Fortsatz an der Spitze des Hinterhorns. Betrachtet man diese Bildung genauer, so findet man das Caput cornu posterioris als kolbige Anschwellung (wird in der Medulla oblongata zum Hauptkern des Nervus trigeminus), die nach der Peripherie hin von der Spitzenkappe umlagert ist und damit gemeinschaftlich eine viereckige Figur bildet, die nur durch Zacken mit der Rückenmarksperipherie zusammenhängt. Nachdem nämlich die Spitzenkappe in dem vorigen Abschnitte ein zackiges Dreieck mit peripherischer Basis gebildet hatte und als Ausdruck eines dreiseitigen Prisma gelten musste, stellt die Säule jetzt ein vierseitiges Prisma dar, dessen Basis aber von der Peripherie abgehoben erscheint und damit durch 6—10 Balkenstrahlen noch zusammenhängt. Der Apex cornu posterioris ist in der Spitzenkappe aufgegangen, die aber immer noch die Bahnen der hintern Nervenwurzeln zur innern Begrenzung hat und 1—2kolbige Lappen von gelatinöser Substanz von aussen her umkleidet. Die äussere, vordere Kante der vierseitigen Säule sendet reichlich Balkenstrahlen nach vorn, die in elliptischen Bahnen sich mit denen des Seitenhornes vereinigen, so dass zwischen dem schlanken Cervix cornu posterioris, dem Vierecke und dem Seitenhorne eine rundlich elliptische Säule von Nervenlängsbündeln der Seitenstränge gebildet wird. In dieser Säule, besonders in ihrer innern Partie, findet man Umbiegungen von horizontalen und schiefen Faserungen zu Längsfasern, indem man solche in allen möglichen schiefen Schnittflächen erblicken kann. Dieses Verhalten überblickt man sonst nur an der äussern Begrenzung der Hinterstränge; aber auf dieser Rückenmarkshöhe findet es sich dort nicht, hingegen mehr nach aussen gegen die Seitenstränge hin. Die Spitzenkappe enthält in ihren Rändern ⊙ ⊙ der Hinter- und Seitenstränge, ähnlich wie ich es früher bei dem Apex beschrieben habe; daneben aber in ihrem Innern grössere und kleinere Bündel sehr feiner ⊙ ⊙ von 0,0079 bis 0,0086 Mm. Stärke und Axenfaden von 0,0024—0,0027 Mm. Breite, die im Vergleich mit andern Fasern eine in's Gelbe spielende Farbe haben. Sonst gehen die Bindegewebsfaserzüge der Spitzenkappe theils in Balkenstrahlen, Nervenbündel und theils in die Roland'sche Substanz selbst über, um als Träger ernährender Gefässe für diese so wichtige Nervenpartie eben so zu dienen, wie es mit dem Apex der Fall war. Den Verlauf der hintern Nervenwurzeln hier ausführlicher zu schildern, verhindert der Raum*) und es genüge die Bemerkung, dass sie nebst den Verflechtungen mit den Hintersträngen in mehr compakten Massen die hier fast isolirte Substantia gelatinosa durch-

*) So sieht man hier nicht selten Schlingenbildungen, indem deutlich verfolgbare, hintere Wurzelbündel von 0,05 Mm. Breite, circa 2 Mm. von der Peripherie entfernt, umbiegen und etwa 0,8 Mm. weit zurück in die Hinterstränge strahlen; die Schenkel der Bogen sind nur 0,1 Mm. von einander entfernt.

ziehen und gesammelt den dünnen Hals des Hinterhorns gestreckt erfüllend, den Zellenhaufen N erreichen. Von da kann man sie noch eine beträchtliche Strecke weit bis gegen das Vorderhorn deutlich verfolgen.

Das Seitenhorn zeigt besonders viele (8—12 stärkere) gestreckte Balkenstrahlen, die in den Seitenstrang ziehen und theils mehr nach vorn, theils mehr nach hinten deutlich die Bahnen des Nervus accessorius Willisii bilden.

Die vordern Nervenwurzeln laufen ganz seitlich, indem sie von der vordern Convexität des Vorderhorns in tangtionaler Richtung in 2—4 Bündeln ausstrahlen. Die grössere Hälfte umspinnt im Vorderhorne die Zellenhaufen C, L und D und die Nervenhauptbahn $\alpha$ ist als eine Verlängerung eines Theiles derselben sicher zu constatiren.

Das Vorderhorn ist namentlich am äussern Rande sehr reich an Längsbündeln und zeigt vier Hauptgruppen von Zellen, indem die Haufen C, D, A und L die vorwiegenden sind; daneben haben auch die Gruppen A und E bisweilen mehr Zellen. Als Beispiel dienen folgende sechs Zählungen:

| Zellenhaufen | | | | | | | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 5 | 8 | 6 | 5 | 7 | 5 | 6 |
| D | 9 | 12 | 8 | 10 | 8 | 11 | 10 |
| E | 4 | 2 | 3 | 4 | 6 | 5 | 6 |
| L | 7 | 8 | 6 | 9 | 6 | 7 | 7 |
| A | 9 | 10 | 11 | 8 | 9 | 7 | 9 |
| B | 2 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2 | 3 |
| G | 5 | 7 | 3 | 8 | 2 | 5 | 5 |
| M | 15 | 19 | 22 | 19 | 25 | 20 | 20 |
| H | 3 | 5 | 4 | 0 | 3 | 2 | 3 |
| N | 10 | 7 | 12 | 8 | 13 | 5 | 9 |

Ausserdem hat die mehr nach dem Hinterhorn liegende Gruppe H wenige grosse polyklone Zellen. Die Gruppen G, M und N haben jene schon erwähnten, kleinen polyklonen Zellen von 0,021—0,029 Mm. Länge und 0,008—0,016 Mm. Breite, sind aber nicht selten so nahe an einander, dass eine künstliche Trennung schwer wird. Die grossen Ganglienzellen zeigen hier mehr, als andere Rückenmarksgegenden, Neigung zur Verästelung ihrer Ausläufer, die daher nur kurz sind und sich schnell in ganz feine Fasern auflösen. So z. B. gibt es in dem Haufen C Zellen, deren Körper 0,025 Mm. gross ist, Kerne von 0,011 besitzen, und deren Ausläufer bei einer mittleren Breite von 0,005 Mm. schon nach 0,04 Mm. Länge 3—4 ganz feine Aeste ausschicken. Bemerkenswerth sind ferner die erwähnten Zellen, welche in Fig. 12 abgebildet sind. Die kleinen Zellen der Haufen G, M und N liegen nahe der Centralpartie, im Seitenhorne und am äussern Rande des Hinterhorns, mit ihrer Längsaxe parallel den hier so deutlichen Faserungen. Die Centralpartie ist, wie aus Fig. 14 ersichtlich, hier sehr entwickelt und enthält eine grössere Anzahl gröberer Gefässe. Der Ependymfaden ist hier sehr stark, zeigt aber, nebst den dunklen Ependymfasern, noch jene eigenthümlichen Körperchen mit einer conzentrischen Faserrichtung des

Bindegewebsstroma. Die hintere Commissur bildet einen schwachen, spitzen Bogen, woran sich Faserzüge lehnen, die theils nach dem Hinterhorn, theils nach der hintern Längsscheidewand ziehen (vergl. pag. 139 c, f, f, und die Erklärung der Fig. 14). *)

---

## Erklärung der Abbildungen.

Da es bei mikroscopischen Abbildungen vorzüglich auf richtige Grössenverhältnisse ankömmt, so wurde hier besondere Sorgfalt auf die treue Wiedergabe derselben verwendet. Die Details der Elemente und Gewebe ganz getreu wiederzugeben, ist ausserordentlich schwierig **), da selten Mühe und Zeit in hinlänglichem Masse darauf verwendet werden können. Leider gestatteten die Verhältnisse nicht, hier einen durchgehend gleichmässigen Massstab der Vergrösserungsverhältnisse zu Grunde zu legen; zudem war ich gezwungen, einzelne Ansichten nur als Bruchstücke wiederzugeben. So kam es, dass hier Vergrösserungen von 10 bis 200 angewendet wurden. Abstrahirt man von der getreuen Wiedergabe der feinsten Details, wie es gewöhnlich der Fall ist, so hat man nur richtige Proportionen als das Nächste und Wichtigste im Auge zu behalten, und um diese in der Zeichnung wiederzugeben, gibt es nur zwei Wege: Entweder man construirt sich die Zeichnung geometrisch durch Anwendung eines zu Grunde gelegten Massstabes nach ausreichenden Messungen der vorkommenden Dimensionen, was eine ziemlich mühsame Arbeit ist; oder man zeichnet das auf eine matte Glastafel geworfene, objective Bild des Gegenstandes, das man durch Anwendung passender Linsensysteme erhält ***), direkt nach. Diese letztere Methode schien mir die einfachste und am bequemsten zum Ziele führende. Harting beschrieb dazu eine Vorrichtung, die er «tragbares Sonnenmikroscop» nannte und welche ich mir construiren liess. Sie hat vor meiner jetzigen Vorrichtung †) nur den, freilich sehr geringen Vortheil voraus, dass die matte Glastafel horizontal liegt und man mit einem daneben angebrachten Tischchen leicht darauf zeichnen kann. Sonst fand ich den Apparat sehr unpraktisch und die dadurch erhaltenen Bilder sehr lichtschwach. Mit meinem jetzigen Apparate konnte ich noch scharfe Bilder bis über eine zweihundertfache Vergrösserung hinaus erhalten; daneben aber durch eine andere Combination Bilder ganzer Rückenmarksquer-

*) Der Raum dieser Schrift gestattet die Fortsetzung der Abhandlung nicht; dagegen behalte ich mir vor, den Schluss der Abhandlung an einem andern passenden Orte zu veröffentlichen.

**) Trotz der grossen Fortschritte der Xylographie findet man noch öfter in Handbüchern Abbildungen von entschiedener Untreue. Dieser Fehler wächst mit der Stärke der angewandten Vergrösserung. Kupfer- und Stahlstiche eignen sich dazu am besten und das, wenn auch schon ältere Handbuch von Henle zeigt mit das Schönste in solchen Abbildungen, das überhaupt existirt. — Speziell das Rückenmark betreffend, hat unstreitig Stilling das Beste geliefert; von den Holzschnitten ist mir nur einer bekannt, der Anspruch auf eine gewisse Treue machen darf: Virchow's Cellularpathologie Seite 240.

***) Stilling's Methode, die Bilder auf quadratische Netze zu projiciren und darnach in vorliegende Gitter von bestimmten Grössenverhältnissen nachzuzeichnen, ist, wenn auch in einzelnen Fällen genügend, doch sehr zeitraubend.

†) Es ist eine Art Laterna magica, an der kleinere und grössere Systeme achromatischer Linsen angebracht werden können. In einem dunkeln Kasten ist der Beleuchtungsapparat, an dem ausserhalb auf einem Schieber das microscopische Object in einer Verticalebene liegt; dicht davor ein Linsensystem, an dem man feine Bewegungen zum Einstellen machen kann. Vor diesem Apparate steht in einer Entfernung von 1′—3′ ein Rahmen mit einer sehr fein mattgeschliffenen Spiegeltafel vertical, auf welcher im dunkeln Zimmer das Bild aufgefangen wird. Durch Messungen des Objects im Ganzen oder einzelner Theile, kann man in einen Zirkel die 10—100- und mehrfache Länge abnehmen und dann die matte Glastafel so lange vor- und rückwärts verschieben, bis man die verlangte Vergrösserung wirklich hat. Alsdann stellt man scharf ein, verificirt die Messung und zeichnet darnach.

schnitte in 10—25facher Vergrösserung. Zeichnet man diese Bilder sorgfältig nach, so erhält man Conturen von grosser Treue, die selbst zu Messungen ganz geeignet sind und die eine richtige Grundlage zu einer Zeichnung abgeben. Man erhält so nicht allein die richtigen Dimensionen der Commissuren, Hörner, Nervenbahnen etc., sondern auch Bilder von Ganglienzellen und ihren Gruppirungen; dann grössere und kleinere ⊙ ⊙ als Zeichen scharfer Wiedergabe der Details. Hat man einmal die richtigen Conturen und die scheinbare Grösse der Zellen und ⊙ ⊙, so ist es hernach leicht, nach dem gewöhnlichen Mikroscope die Bilder auszuführen. Damit umgeht man die grossen Fehler, welche in den Tabellen der Mikroscopkasten die Vergrösserungszahl der Linsencombinationen angeben soll und deren Richtigkeit leider so selten geprüft wird. Noch mehr täuscht man sich aber in der scheinbaren Grösse der Elemente, die man durch das Mikroscop erblickt und darnach auf das Papier zeichnet.

Fig. 1—5. Rückenmarksquerschnitte aus verschiedenen Gegenden des Halstheiles. Massstab $\frac{10}{1}$.

Fig. 1. Von der Höhe des Nervus cervicalis VIIIus (vergl. pag. 157.)
» 2. » » » zwischen dem Nervus cervicalis Vtus et VItus Halsanschwellung (vergl. pag. 158).
» 3. » » » des vierten Halsnerven (vergl. pag. 160).
» 4. » » » » dritten » » » 162
» 5. » » » » Nervus cervicalis Ius (vergl. pag. 163)

Fig. 6. Centralpartie von der Höhe des Nervus cervicalis VIImus. Massstab $\frac{68}{1}$:

a. Vordere Längsspalte mit seitlicher Ausbuchtung im Grunde,
b. Vordere Commissur mit schwachen Kreuzungen.
cc. Hintere Commissur, Haupttheil mit einzelnen Längsfasern.
c″ c″. Dieselbe vor dem Centralkanale.
dd. Fortsetzung der hintern Commissur seitlich nach hinten.
e. Septum longitudinale posterius.
f. Centralkanal mit Pallisadenepithel.
gg. Centraler Ependymfaden mit den Ependymfasern, Körperchen und Körnern.
h′. Kleinere Gruppen von Längsfasern in der vordern Kommissur.
ii. Pseudocylinderepithel der vordern Wand der vordern Commissur im Grunde der vordern Längsspalte.
kk. Innerster und hinterster Theil der (II) Vorderstränge, in welchen ein Theil der vordern Commissurenfasern ausstrahlen.
mmm. Schlitzöffnungen für grosse Blutgefässe.
nn. Vordere Commissurenfasern in die innere Peripherie des Vorderhorns.
n′. In den seitlichen Theil.
o. Nach hinten strahlend.

Fig. 7. Rückenmarksquerschnitt von der Halsanschwellung. Massstab $\frac{15}{1}$. Uebersicht der wichtigsten Verhältnisse der grauen Substanz und der Nervenbahnen; zugleich die Methode senkrechten Längsschnitte zeigend.

Zellenhaufen im Vorderhorne:

aa. Caput cornu posterioris.
bb. Trigonum cervicale; dazwischen der cervix cornu posterioris.
cc. Apex cornu posterioris.
ddd. Vordere Nervenwurzeln.
ee. In die Vorderstränge ausstrahlende, vordere Commissurenfasern.
gg. Dunkle Keile der Hinterstränge.
g′g″g‴. Verschiedene Partien derselben.

hh. Hinterstränge:
αα. Erste Hauptbahn der Vorderhornfaserung.
ββ. Zweite Hauptbahn.
γγ. Dritte Hauptbahn.
ε. Nebenbahn.
1. Gefässschlitze der hintern Commissur.
2. 3. } Hinterste Commissurenfasern, in's Hinterhorn laufend.
4 und 9. Seitenhorn.
5, 5. Längsbündel stärkster ⊙ ⊙ im Cervix cornu posterioris.
6, 6. Innerster Theil hinterer Nervenwurzeln durch die Substantia gelatinosa Rolando streichend.
7, 7. Hintere Gruppe von Längsbündeln.
8, 8. Spaltungen der Roland'schen Substanz.
10, 11. Dunkle Gefässrippen im Apex cornu post.
12. Innere Längsbündel im Apex.
14. Erste Andeutung der Spitzenkappe.
15—22. Hintere Nervenwurzeln (vergl. dieselben Zahlen in Fig. 9).

Fig. 8. Ansicht des Querschnittes des Vorderhorns aus der Halsanschwellung. Massstab $\frac{60}{1}$.
a. Vordere Nervenwurzeln, parallel zu den Fasern,
a'. » » etwas schief getroffen.
b. Balkenstrahlen (b s. Hinterhorn).
cc, c'c'. Capillargefässe.
d. Innerster Theil der Vorderstränge.
e. Fasern der vordern Commissur dahin laufend.
ααα. Erste Hauptbahn.
βββ. Zweite Hauptbahn.
γγγ. Dritte Hauptbahn.
δ. Hinterster Theil des Zellenhaufens D.
ik, ik, ik. Zellenhaufen umspinnende Nervenbündel.
ll. Fasern im Innern von Zellenhaufen ausstrahlend.
m. Gefässschlitze.
nα, nα. Vordere Commissur.
ooo. Fasern der Commissur. ant. in's Hinterhorn strahlend.
xxx. Gruppen trennende Hauptbahnen.
yyy. Nebenbahnen.
2, 2. Längsbündel der Vorderstränge.
3, 3. » » Seitenstränge.

Fig. 9. Ansicht des Querschnites vom Hinterhorne und den hintern Nervenwurzeln. Massstab $\frac{60}{1}$. *)
b. Trigonum cervicale.
G. Zellenhaufen
H. Zwei kleinere Haufen } grosse polyklone Zellen enthaltend.
4. Vorderste Fasern, als Ausstrahlungen der hintern Nervenwurzeln.
5. Vordere Längsbündel im Cervix cornu posterioris mit starken ⊙ ⊙.

*) Ist die directe Fortsetzung der Fig. 8, mit welcher sie zusammen eine Seitenhälfte von der Halsanschwellung ausmacht.

6. Bündel hinterer Nervenwurzeln in der Subst. gelatinosa Rolando, mit zarter Andeutung kreuzender Randfasern.
7. Hintere Längsbündel mit feinern ⊙ ⊙.
8. Spaltbildungen in der Subst. gelatinosa Rolando mit und ohne Gefässen, ovalen Zellen und spindelförmiger Körperchen.
10, 11, 12, 13. Apex cornu posterioris.
10, 7. Gefässrippe des Apex.
11, 12, 13. Innerer Rand des Apex mit schmalen Längsbündeln.
14, Und die Balken höher oben, Andeutung der Spitzenkappe.
15, 16. Eintritt der hintern Nervenwurzeln, zwei Hauptbündel, die sich gleich beim Eintritte kreuzen.
16, 17, 18, 19, 20. Verflechtungen der hintern Nervenwurzeln mit den Hintersträngen.
20. Hinterstrang.
21, 22. Hintere Nervenwurzeln, von innen in die Subst. gelatinosa Rolando tretend.
Das Nähere sieht man im Texte.

Fig. 10. Eine Partie des Zellenhaufens D im Vorderhorn aus der Halsanschwellung. Massstab $\frac{145}{1}$,

a a. Grosse polyklone Ganglienzellen (sub $1^a$).
b b. Lange, gestreckte, grosse Zellen (sub $1^b$).
c c. Gröbere Gefässe.
d d. Nervenfasern.
e e. Feinste Capillaren, die Zellen umspinnend und mit Nervenfaserbündeln parallel laufend.
f f. Querdurchschnittene, längslaufende Nervenfasern.
g g. Querdurchschnittene Zellenausläufer ganz in der Nähe der Zellen.
h h. Dieselben in der Längsansicht.
ik, ik. Zellenhaufen umspinnende Nervenbündel.
l l. Nervenbündel und vereinzelte Fasern in's Innere von Zellenhaufen strahlend.
m m. Segmente von Ganglienzellen ohne Ausläufer.

Fig. 11. Randpartie von einem Querschnitte aus dem weissen Vorderstrange, von der Höhe des Nervus cervicalis VIII[us]. Massstab $\frac{160}{1}$.

a. Gröberes Blutgefäss.
bb. Rindenschichte der Peripherie.
ccc. Feinste Balkenstrahlen, rhombische und trapezoïde Felder bildend.
c′c′c′. feinste Aestchen derselben oder Neuroglia.
ddd. Waben, aus denen die Nerven herausgefallen, als Ausdruck der Nervenröhren durch die Neuroglia gebildet.
eee. Axenfaden.

Fig. 12. Kleine Partie aus dem Querschnitte von der Höhe des Nervus cervicalis I[mus] im Vorderhorne Massstab $\frac{260}{1}$.

Mittlere polyklone Ganglienzellen und ihr Verhältniss zu Längsbündeln p und einzelnen Fasern F.
f. Gröbste Nervenfasern.
f′. Mittlere »
g. Fortsätze von Ganglienzellen im Querschnitt.
o. Kleinere Längsbündel.
p. Grössere Längsbündel.

Fig. 13. Centralpartie von der Höhe des Nerv. cervical. IVtus. Massstab $\frac{68}{1}$.

a a. Vordere Längsspalte.
b b. Commissura anterior.
c c. » posterior mit einzelnen Längsfasern.
d d. Fasern der hintern Commissur.
e e. Septum longitudin. poster.
f. Obliterirter Centralkanal.
f'. Capillargefäss in demselben.
g. Centraler Ependymfaden mit Ependymfasern.
h. Längsbündel der vordern Commissur.
h'. Isolirte Längsfasern derselben.
i i. Pseudocylinderepithel im Grunde der vordern Längsspalte.
k k. Fasern der Vorderstränge.
l l. » » vordere Commissur in letztere übergehend.

Fig. 14. Centralpartie von der Höhe des ersten Halsnerven. Massstab $\frac{55}{1}$.

a. Vordere Längsspalten mit Resten der Pia mater.
b. Vordere Commissur.
c. Hintere »
d d. Strahlungen in's Hinterhorn.
e e. Umbiegungen zum Parallelismus mit dem Septum posterius.
g. Ependymfaden mit dunkeln Stellen und Faserdurchschnitten.
h h' h'' h'''. Längsbündel der Vorderstränge in der Commissur. anterior.
k k. Vorderstränge.
l l l. Vordere weisse Keile als Beginn der Pyramydenkreuzung.
l' l'. Schiefe Fasern derselben.
m m'. Schlitzöffnungen für Gefässe.
m''. Gefässe mit radiären Anheftungen,
n. Seitliche Fasern der vordern Commissur.
o o. Fasern vom Vorder- nach dem Hinterhorn.
q q. Fasern dicht am Ependymfaden, nach hinten laufend.
r r. Fasern der vordern Commissur, nach dem Hinterhorne laufend.

Fig. 15. Längsschnitt nach Methode X, die Centralpartie treffend. Massstab $\frac{110}{1}$.

Abschnitt I, seitlich vom Ependymfaden.
» II, durch den Centralkanal.
» III, seitlich von demselben.

a. Vordere Längsspalte.
b. Vordere Commissur.
b'. Balken in derselben.
c c. Hintere Commissur.
c'. Die hintern Commissurenfasern als ⊙ ⊙.
c''. Vorderer Theil der hintern Commissur.
d d. Vereinigter Theil der Commissur posterior.
e e. Septum longitud. posteriorius.
e' e'. Gefässe desselben.

f. Centralkanal, mit der Ansicht des Pallisadenepithels von der Fläche (f').
g. Ependymfasern in der Längsansicht.
h h. Längsfasern in der vordern Commissur.
i i. Cylinderepithel der vordern Commissur.
k. Vorderster und mittlerer Theil des weissen Hinterstranges.
g'. Vorderer Theil der dunkeln Keile.
g''. Mittlerer Theil derselben im Hinterstrang.

Fig. 16. Ansicht des Seitenhorns im Querschnitte des siebenten und achten Halsnerven. Massstab $\frac{85}{1}$.

*α α α.* Zellen des Stilling'schen Dorsalkernes.
*α'.* Mit zwei Ausläufern.
*β β β.* Zellen in den Balkenstrahlen.
*β'.* Gefässe in den Balkenstrahlen.
*γ.* Längsbündel der Seitenstränge.
*δ.* Vorderes } Ende des Seitenhorns.
*ζ.* Hinteres } Ende des Seitenhorns.
*η.* Grobe ⊙ ⊙ des Seitenstranges.

Fig. 17. Ein Stück Längsschnitt aus dem Vorderhorne, Gegend des vierten Halsnerven. Massstab $\frac{235}{1}$.

Mit den Details der grauen Substanz.
1, 1, 1, 1. Längsbündel des Seitenstranges, sich zerfasernd.
2, 2, 2. Zellen des Ganglienhaufens A nach vorn.
3, 3, 3. » » » D mehr hinten.
4, 4, 4. Grosse, polyklone Zellen.
5, 5, 5. Langgestreckte, polyklone Zellen.
6, 6, 6. Gröbste ⊙ ⊙ in Bündeln.
7, 7, 7. » » » isolirt verlaufend.
8, 8, 8. Feinste » » in der hintern Gruppe.
9, 9, 9. Schief angeschnittene, gröbere Fasern.
10, 10, 10. Ebensolche mit herausstehenden Axenfaden.
11, 11. Querdurchschnittene Blutgefässe.
12, 12. Gröberes Längsgefäss.
13, 13. Feinste Capillaren.
14, 14. Kleinere Bündel von Fasern wie 9 und 10.
15, 15. Längsgerichtete Zellenausläufer.
16, 16. Granulirte Körner.
17, 17. Feinste Fasern (wie 8, 8) in der Längsansicht.



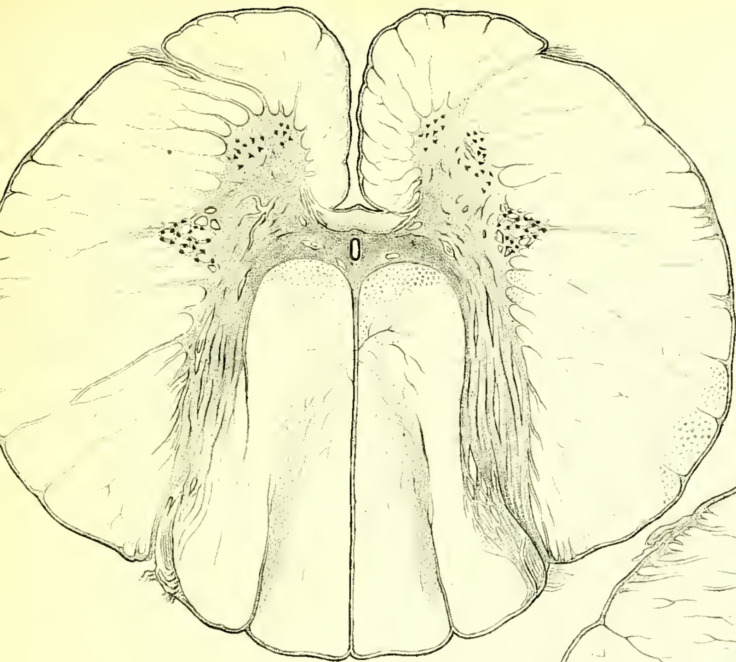


Fig. 1.

Fig. 3.

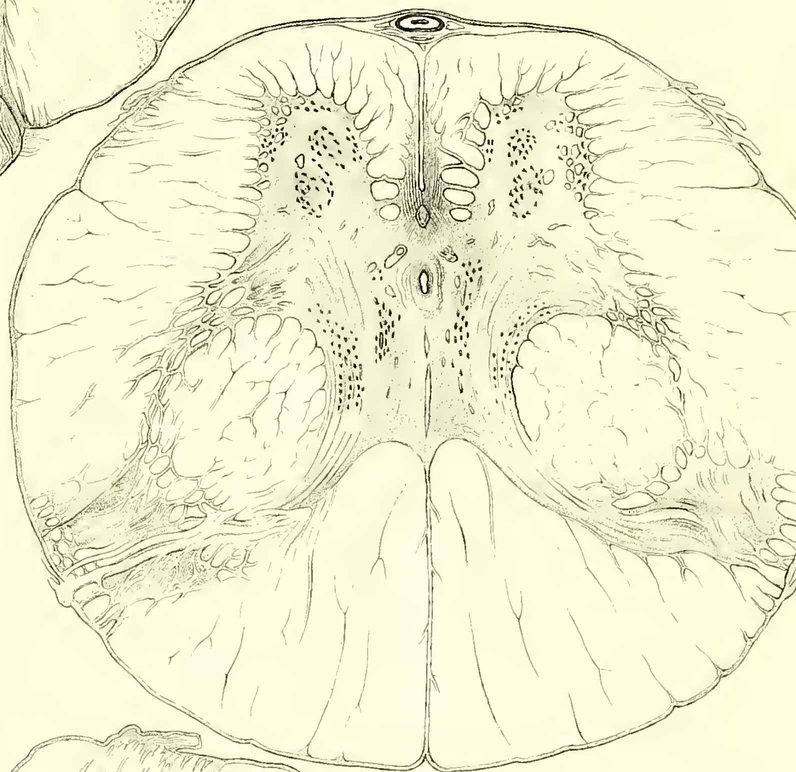
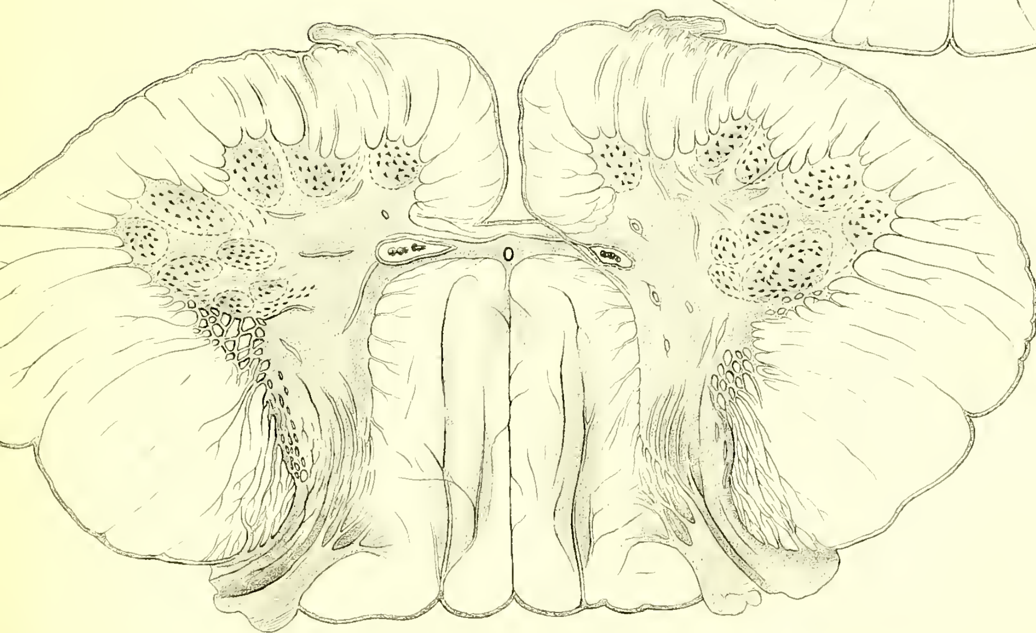


Fig. 2.



or del.

lith. v. P. Brugier

Fig. 3.

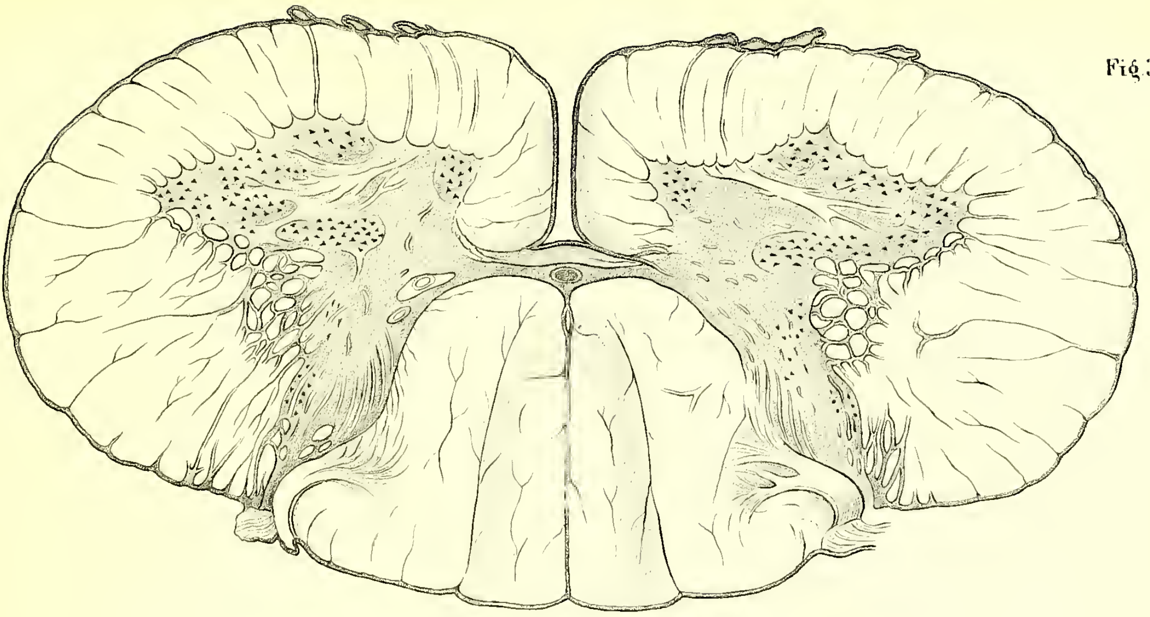


Fig. 4.

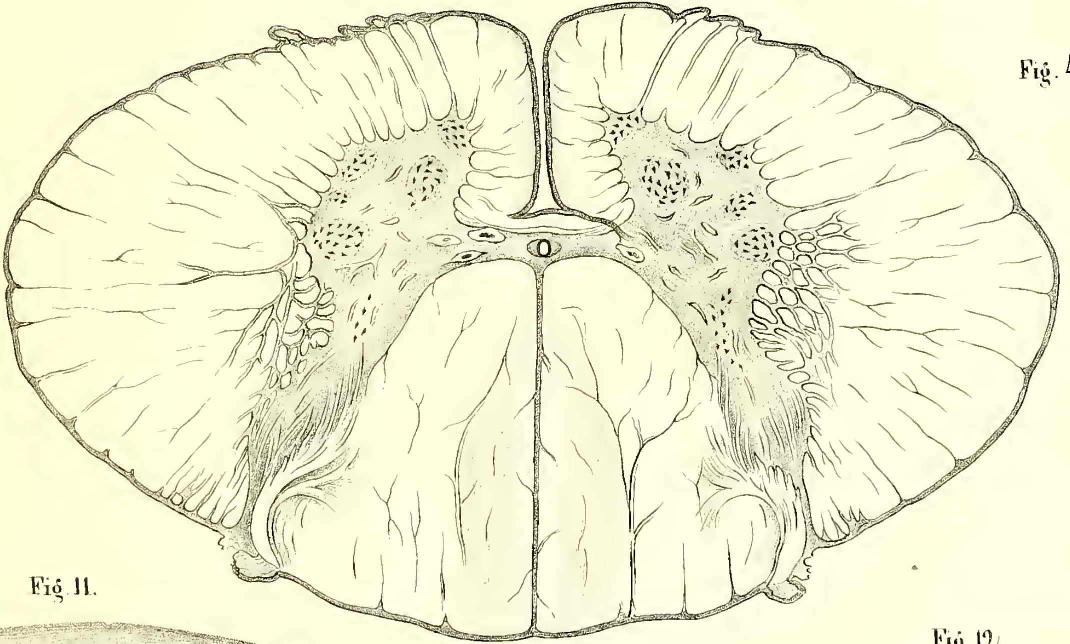


Fig. 11.

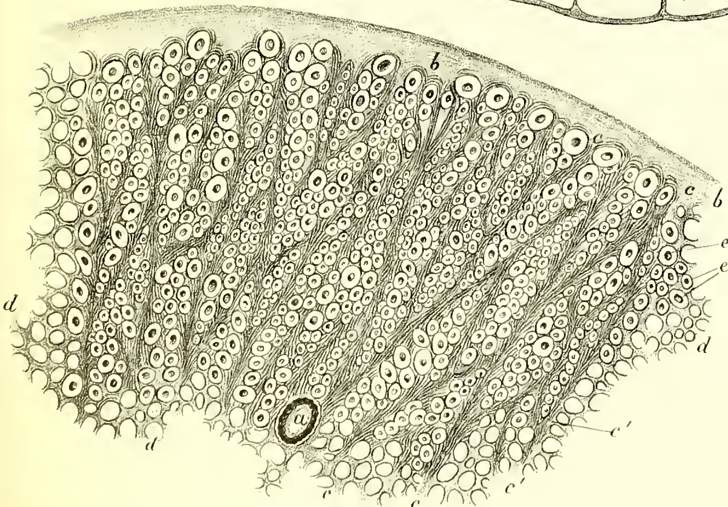



Fig. 12.

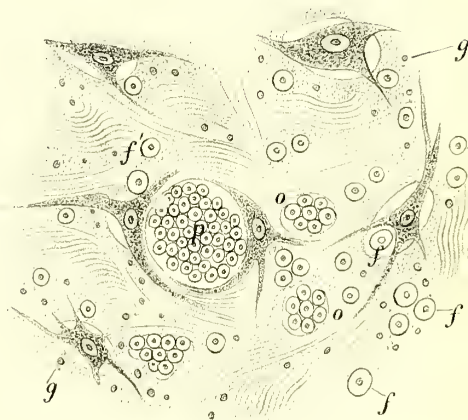
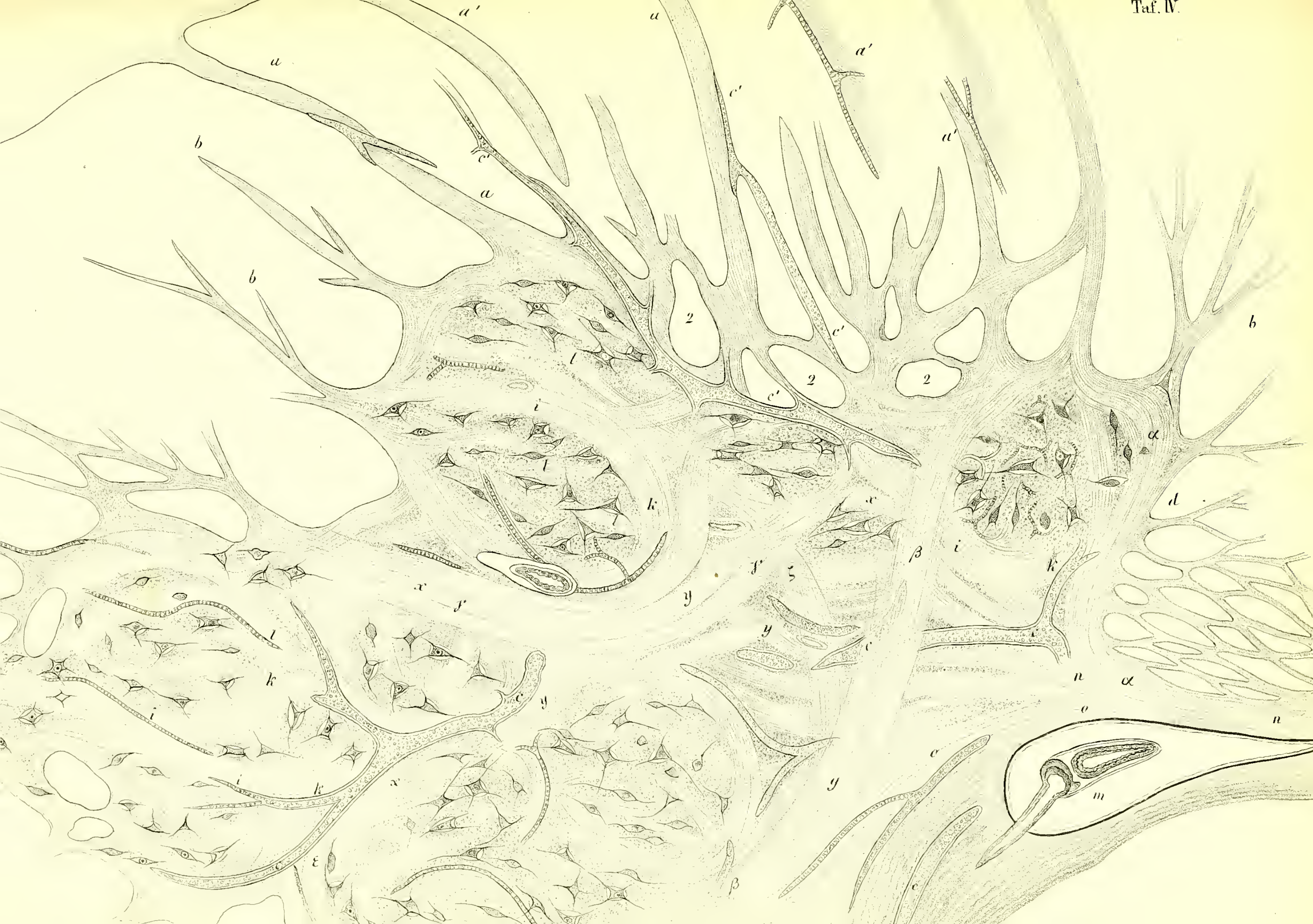


Fig. 7.

Fig. 6.


Taf. IV.


Taf. V.
Fig. 9.
G
H
b
4
5
6
7
8
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

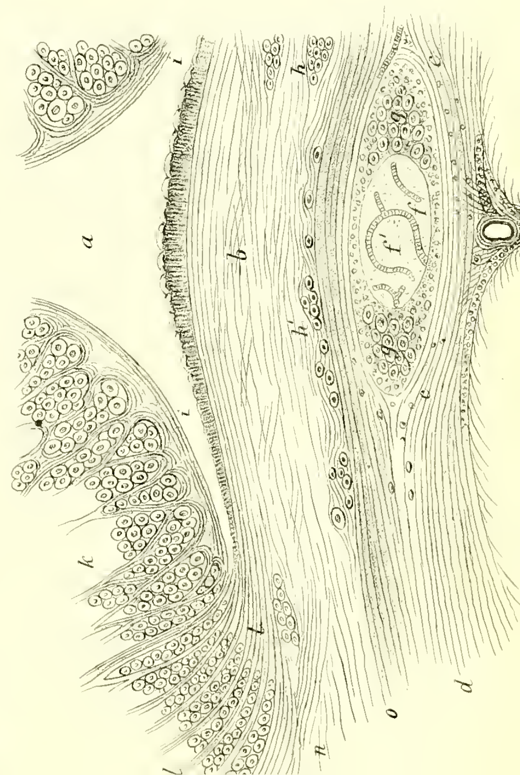


Fig. 17.

Fig. 10.

Fig. 16

Aut. del

Gedr v J Lier.

auf Stein gez v